

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет Інформатики та Обчислювальної техніки
Кафедра Обчислювальної техніки**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

Сергій Стіренко

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія»

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

на тему: «Вимірювання площі приміщень за допомогою робота»

Виконав:

Студент IV курсу, групи ІО-361

Герко Олексій Валентинович _____

Керівник:

Старший викладач

Саверченко Василь Григорович _____

Консультант з нормоконтролю:

Професор кафедри ОТ, д.т.н.,

Сімоненко Валерій Павлович _____

Консультант з нормоконтролю:

Sen. Java Dev., DXC Luxoft, к.т.н.,

Невдащенко Максим _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет Інформатики та Обчислювальної техніки
Кафедра Обчислювальної техніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – **123 «Комп’ютерна інженерія»**

Освітньо-професійна програма **«Комп’ютерна інженерія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Сергій Стіренко

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Герко Олексій

1. Тема проекту «Вимірювання площі приміщень за допомогою робота», керівник проекту старший викладач Саверченко Василь Григорович, затверджені наказом по університету від «07» травня 2020 р. № 1081-с
2. Термін подання студентом проекту _____
3. Вихідні дані до проекту див. технічне завдання
4. Зміст пояснювальної записки Аналіз та огляд існуючих рішень, апаратна та програмна частина роботи, висновки, додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов’язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) принципова схема, функціональна схема, структурна схема
6. Консультанти проекту (робота), з вказівкою розділів роботи, які до них вносяться

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормконтроль	Сімоненко Валерій Павлович		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Затвердження теми роботи	10.12.2019-15.12.2019	
2	Вивчення та аналіз завдання	15.12.2020-15.03.2020	
3	Написання вступної частини та огляду предметної області	15.03.2020-31.03.2020	
4	Розробка конструкції робота	01.04.2020-28.04.2020	
5	Написання програми для робота	29.04.2020-10.05.2020	
6	Тестування та виправлення помилок	11.05.2020-15.05.2020	
7	Оформлення документації дипломної роботи	16.05.2020-26.05.2020	
8	Передзахист	15.06.2020	
9	Захист		

Студент

Герко Олексій

Керівник

Саверченко Василь Григорович

АНОТАЦІЯ

до бакалаврської дипломної роботи Герка Олексія на тему:

«Вимірювання площі приміщень за допомогою робота»

Дипломна робота присвячена вирішенню задачі вимірювання площі приміщень за допомогою робота.

Запропонований підхід дозволить роботу виконувати наступні задачі: шукати стіни у приміщенні та вимірювати їх довжину, проїжджаючи біля стін, фіксувати місцезнаходження кутів у приміщенні та розраховувати на основі вимірювань периметр та площу приміщення. До приміщення, де буде вимірюватися площа, висуваються такі вимоги: воно повинно мати рівні стіни та прямі кути між стінами. На основі зроблених вимірювань програма проводить усі необхідні розрахунки для вимірювання площі приміщення, враховуючи похибки вимірювань та округлень при обчисленнях. Після закінчення вимірювань робот сигналізує звуком та інформує користувача надписом на екрані про закінчення обчислень, а також вимовляє (звуковим способом) виміряну площу приміщення та виводить її на екран.

АННОТАЦИЯ

к бакалаврской дипломной работы Герка Алексея

на тему: «Измерение площади помещений с помощью робота»

Дипломная работа посвящена решению задачи измерения площади помещений с помощью робота.

Предложенный подход позволит роботу выполнять следующие задачи: искать стены в помещении и измерять их длину, проезжая возле стен, фиксировать местонахождение углов в помещении и рассчитывать на основе измерений периметр и площадь помещения.

К помещению, где будет измеряться площадь, предъявляются следующие требования: оно должно иметь ровные стены и прямые углы между стенами. На основе сделанных измерений программа проводит все необходимые расчеты для измерения площади помещения, учитывая погрешности измерений и округления при вычислениях. После окончания измерений робот сигнализирует звуком и информирует пользователя надписью на экране об окончании вычислений, а также произносит (звуковым способом) измеренную площадь помещения и выводит ее на экран.

ANNOTATION

to the bachelor's thesis of Gerko Alexei

on the topic: “Measuring the area of premises using a robot”

The diploma is dedicated to solving the problem of measuring the area of premises using a robot.

The proposed approach will allow the work to perform the following tasks: to search for walls in the room and measure their length while driving near the walls, fix the location of the corners in the room and calculate the perimeter and area of the room based on the measurements. The following requirements are imposed on the room where the area will be measured: it must have even walls and right angles between the walls. Based on the measurements, the program carries out all the necessary calculations to measure the area of the room, taking into account the measurement errors and rounding off in the calculations. After the measurements are completed, the robot signals with sound and informs the user with an inscription on the screen about the end of the calculations, and also pronounces (in a sound way) the measured area of the room and displays it on the screen.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

	Формат	Обозначення	Найменування	Кіл. листів	Примітка
			Документація загальна		
	A4	ІАЛЦ.466120.001 ТП	Вимірювання площі приміщень	1	
			за допомогою робота		
			Відомість технічного		
			проекта		
	A4	ІАЛЦ 466120.002ТЗ	Вимірювання площі приміщень	4	
			за допомогою робота		
			Технічне завдання		
	A4	ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Вимірювання площі приміщень	58	
			за допомогою робота		
			Пояснювальна записка		
	A4	ІАЛЦ.466120.004 Д1	Вимірювання площі приміщень	1	
			за допомогою робота		
			Принципова схема		
	A4	ІАЛЦ.466120.004 Д2	Вимірювання площі приміщень	1	
			за допомогою робота		
			Функціональна схема		
	A4	ІАЛЦ.466120.004 Д3	Вимірювання площі приміщень	1	
			за допомогою робота		
			Структурна схема		
	A4	ІАЛЦ.466120.004 Д1	Вимірювання площі приміщень	4	
			за допомогою робота		
			Лістинг програми		

					<h1>ІАЛЦ 466120.001.01</h1>				
Вим	Лист	№ докум.	Подп	Дата					
Разроб.		Герко О.			<i>Вимірювання площі приміщень за допомогою робота</i>			Лист	Листів
Перев.		Саверченко В.Г.						1	1
Н. контр.		Сімоненко В.П.						НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФІОТ Група ІО-361	
Затв.									

Технічне завдання до дипломного проекту

на тему: Вимірювання площі приміщень за допомогою робота

Київ – 2020

Технічне завдання до дипломної роботи

Зміст

1.	НАЙМЕНУВАННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ.....	2
2.	ПІДСТАВИ ДЛЯ РОЗРОБКИ	2
3.	МЕТА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ.....	2
4.	ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ.....	2
5.	ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ.....	3
5.1.	Вимоги до робота, що розробляється	3
5.2.	Вимоги до апаратної частини комп'ютера оператора	3
6.	ЕТАПИ РОЗРОБКИ	4

					ІАЛЦ.466120.002 ТЗ								
Вим.	Ліст	№ докум.	Підпись	Дата	Вимірювання площі приміщень за допомогою робота. Технічне завдання.				Літ.		Лист	Листів	
Розроб.		Герко О.В.											
Перевір.												1	4
Реценз.									НТУУ «КПІ», ФІОТ, ІО-361				
Н. Контр.		Сімоненко В.П.											
Затвердив													

1. НАЙМЕНУВАННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

Дане технічне завдання стосується розробки програмно-апаратного роботизованого пристрою, який здатний стабільно та достатньо точно вимірювати площу приміщення. Областю застосування робота є роботизація процесу вимірювання площі приміщень з прямими стінами та прямими кутами (як на етапі будівництва так і на етапах експлуатації та ремонтів приміщення). Також робот може здійснювати розвідувальну діяльність в приміщенні (наприклад, визначити довжину периметру) для вирішення військових та цивільних задач.

2. ПІДСТАВИ ДЛЯ РОЗРОБКИ

Підстава для розробки – завдання на виконання бакалаврської дипломної роботи, затверджене кафедрою комп'ютерної інженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського.

3. МЕТА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Метою розробки є програмно-апаратна реалізація роботизованого пристрою, який здатний стабільно та достатньо точно вимірювати площу приміщення.

4. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

Джерелами розробки є довідники, технічна література та документація від виробника, публікації у всесвітній мережі Інтернет.

					ІАЛЦ.466120.002 ТЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		2

5. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

5.1. Вимоги до робота, який розробляється

Робот, що розроблюється, стабільно та достатньо точно повинен:

- 1) з будь-якого місця в приміщенні знаходити стіни та прямі кути (місця з'єднання стін) за допомогою датчиків ультразвуку та гіроскопа;
- 2) записувати інформацію з датчиків ультразвуку, гіроскопа та датчиків оберту мотора у файл;
- 3) проводити усі необхідні розрахунки для вимірювання площі приміщення, враховуючи похибки вимірювань та округлень при обчисленнях;
- 4) сигналізувати звуком та надписом на екрані про закінчення роботи, а також вимовляти (звуковим способом) виміряну площу приміщення та виводити її на екран.

5.2. Вимоги до апаратної частини комп'ютера оператора

- одноядерний процесор з тактовою частотою не менше ніж 1 ГГц;
- оперативна пам'ять об'ємом не менше ніж 512 Мб;
- жорсткий диск об'ємом не менше ніж 10 Гб;
- адаптер з підтримкою IEEE 802.11b/g/n;
- наявність порту USB для передачі даних на робота.

					ІАЛЦ.466120.002 ТЗ	Лист
						3
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ЕТАПИ РОЗРОБКИ

Назва етапів виконання	Термін виконання
Затвердження теми роботи	10.12.2019-15.12.2019
Вивчення та аналіз завдання	15.12.2020-15.03.2020
Написання вступної частини та огляду предметної області	15.03.2020-31.03.2020
Розробка конструкції робота	01.04.2020-28.04.2020
Написання програми для робота	29.04.2020-10.05.2020
Тестування та виправлення помилок	11.05.2020-15.05.2020
Оформлення документації дипломної роботи	16.05.2020-26.05.2020
Передзахист	15.06.2020
Захист	

					ІАЛЦ.466120.002 ТЗ	Лист
						4
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Вимірювання площі приміщень за допомогою
робота»

Київ – 2020 року

ЗМІСТ

Лист

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ.....	6
1.1. Загальні відомості про роботів	6
1.1.1 Використання роботів у медицині.....	12
1.1.2 Роботизовані системи в галузі безпеки.....	12
1.1.3 Роботи у промисловості.....	14
1.1.4 Побутові роботи	15
1.2. Порівняння з аналогами	16
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1	19
РОЗДІЛ 2. АПАРАТНА ЧАСТИНА РОБОТА.....	20
2.1. Конструкторські набори для створення роботів.....	20
2.2. Вимоги до робота, який вимірює площу приміщення	25
2.3. Мікроконтролер Lego Mindstorms EV3.....	31
2.4. Сервомотори Lego Mindstorms EV3	32
2.5. Датчики Lego Mindstorms EV3	33
2.6. Загальна конструкція робота.....	35
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2	38
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА ЧАСТИНА РОБОТА	39
3.1. Програмне середовище.....	39
3.2. Алгоритм програми для робота	42
3.3. Використані розширення та бібліотеки	43
3.4. Обробка даних з датчиків.....	45
3.5. Спосіб розрахунку площі приміщення	47
3.6. Програма для робота та її тестування	50

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ			
Вим.	Ліст	№ докум.	Підпись	Дата	Вимірювання площі приміщень за допомогою робота. Пояснювальна записка.	Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Герко О.В.						
Перевір.							1	58
Реценз.						НТУУ «КПІ», ФІОТ, ІО-361		
Н. Контр.		Сімоненко В.П.						
Затвердив								

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3	56
ВИСНОВКИ	57
ЛІТЕРАТУРА.....	58
ДОДАТКИ.....	59

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		2

Вступ

Переважну частину свого життя люди роблять однакові (рутинні) справи та процеси, які замість них можуть виконувати роботи. При цьому точність, швидкість та надійність виконання цих процесів часто вища у випадку використання роботів.

Роботизована система, яка може вимірювати площу приміщення – це складна апаратно-програмна система, що придатна до сенсорного сприймання навколишнього середовища та запису даних, з метою подальшої обробки цих даних та ведення розрахунків на їх основі. Задача вимірювання площі приміщення виникає доволі часто, як на етапі будівництва (проміжний контроль якості процесу будівництва), так і на етапі експлуатації приміщень як житлового, так і нежитлового фонду (офіси, склади і т.д.). При цьому вимірювання можуть вестися в будь який час доби та не потребують присутності людини, – робот невеликої маси може бути доставлений в приміщення дроном (квадрокоптером), якщо є відкриті вікна чи інші шляхи. Також робот може бути використаний для вимірювання площі на відкритих ділянках, якщо дозволяють зовнішні умови (зокрема, відсутні опади, та вологість, радіація, температура знаходяться в робочих межах)

Мета і завдання роботи. В роботі наведено основні етапи створення роботизованого пристрою, який буде виконувати наперед запрограмовані дії в залежності від форми приміщення, в якому потрібно визначити площу. При цьому до приміщення висуваються такі вимоги: усі стіни повинні бути рівними, а всі кути повинні бути прямими (90°). Приміщення, по якому рухається робот, також повинно мати рівну підлогу, для забезпечення цілісності та збереження працездатності самого робота.

Конструкційно робот складається з модуля, що містить в своєму складі процесор, постійну та оперативну пам'ять, акумуляторну батарею, що встановлено в одному корпусі з екраном та динаміками на шасі, двох сервомоторів (з вбудованими датчиками обертів), датчика гіроскопу та 2 датчиків ультразвуку, які будуть вимірювати відстань. Результати

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						3
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювань датчиків будуть записуватися у файл, паралельно для збільшення точності вимірювань відстань буде вимірюватися через датчик обертів мотора. На основі даних вимірювань, отриманих з датчиків, буде обчислено значення довжин стін та їх взаємного розташування, звідки буде рахуватися площа приміщення.

Запропоновані нами методи дозволяють роботу виконувати наступні задачі:

- з будь-якого місця в приміщенні знаходити стіни та прямі кути (місця з'єднання стін) за допомогою датчиків ультразвуку та гіроскопа;
- записувати інформацію з датчиків ультразвуку, гіроскопа та датчика обертів мотора у файл;
- проводити усі необхідні розрахунки для вимірювання площі приміщення, враховуючи похибки вимірювань та округлень при обчисленнях;
- сигналізувати звуком та надписом на екрані про закінчення роботи, а також вимовляти (звуковим способом) виміряну площу приміщення та виводити її на екран.

Інструменти дослідження. Під час розробки було використано програматор для завантаження прошивки в мікроконтролер LegoMindstormsEV3, програма для Lego Mindstorms EV3, бібліотеки для роботи з мікроконтролером, сервомоторами та датчиками Lego Mindstorms EV3.

Наукова новизна. В дипломній роботі використано технології ультразвукового вимірювання відстані у поєднанні з вимірюванням кутів повороту та вимірювання кількості обертів колісна роботизованому шасі для вирішення специфічної задачі – вимірювання площі приміщення. Для реалізації цього вибрано конструкторський навчальний набір LegoMindstormsEV3 та написана програма для виконання роботом.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						4
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичне значення. Дана робота може бути цікава для виготовлення пристрою, який може бути використаний для автоматизації вимірювання площі приміщень для потреб ринку нерухомості. Також вимірювання площі може бути затребуване на етапі розробки дизайну приміщення, ремонту чи внесення змін будівельного характеру до приміщення, наприклад, з метою контролю якості виконаних робіт. В медичній сфері площа приміщення потрібна, щоб розрахувати, скільки ліжок для пацієнтів чи столів з обладнанням поміститься в приміщенні. В сфері логістики площа приміщення складських приміщень потрібна, щоб розрахувати алгоритм заповнення вільного простору складу при збереженні шляхів доїзду. В зоні ведення бойових дій значно безпечніше виконувати роботу для вимірювання площі чи периметра приміщень, а також довжин стін (чи проміжків між стінами), ніж ризикувати життям військових спеціалістів.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						5
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

1.1 Загальні відомості про роботів.

Для визначення основного поняття «робот» слід зрозуміти головні критерії оцінки його можливостей, оскільки робот за своєю концепцією виник як пристрій, покликаний замінити працю людини в найрізноманітніших видах і галузях. У широкому розумінні поняття «робот» можна визначити як технічну систему, здатну замінювати людину або допомагати їй у виконанні різних завдань. Однак і до цього часу відсутнє загальноприйняте означення. Різні джерела дають різне тлумачення цього поняття. Велика радянська енциклопедія визначає робота як «машину з антропоморфною (людиноподібною) поведінкою, яка частково або повністю виконує функції людини (іноді тварини) при взаємодії з навколишнім світом» [1], а енциклопедія кібернетики – як «систему, оснащену датчиками, що сприймають інформацію про навколишнє середовище, виконавчими механізмами, які впливають на об'єкти навколишнього середовища, здатну цілеспрямовано поводити себе у ситуаціях, що змінюються. Від інших систем, призначених для опрацювання інформації, яка надходить ззовні, та отримання керуючих впливів (наприклад, систем автоматичного управління технологічними процесами), роботів відрізняє антропоморфізм...» [2].

Професор Токійського університету, доктор Сігеру Ватата пропонує вважати роботом пристрій, здатний самостійно переміщуватися в просторі, справлятися із завданнями аналізу сцен і розпізнавання образів, що володіє кількома ступенями рухливості, вміє аналізувати зовнішнє середовище за допомогою зворотного зв'язку, а також прогнозувати ситуації, спираючись на власний досвід і доступну інформацію. Професор Токійського технологічного інституту, доктор Сейко Морі вважає, що роботом можна назвати пристрій за умови, що він має універсальність, мобільність, є єдиним фізичним об'єктом, працює автоматично, повністю підпорядковується

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						6
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

людині, а також здатний до елементарної інтелектуальної діяльності. При цьому універсальність, мобільність, індивідуальність і автоматизм – всі ці характеристики є невід’ємними ознаками всіх роботів без винятку [3].

Професори Інституту обладнання і технологій (Лондон, Великобританія) М.О. Тохі та А.К.М. Азад конкретизують поняття робота. Пристрій, щоб називатися роботом, має мінімальний набір властивостей і можливостей: 1) наявність механічної руки для захоплення; 2) вміння самостійно пересуватися і самостійно керувати своїми діями; 3) наявність виконавчої системи та системи управління, які в сукупності забезпечують реалізацію попередніх властивостей; 4) наявність комп’ютера, здатного запам’ятовувати програми управління для відпрацювання команд, що надходять ззовні, а також програм, які реалізують рішення, що «приймає» робот, виходячи з набору деяких заздалегідь визначених альтернатив; 5) наявність пристроїв і датчиків, здатних визначати торкання роботом будь-яких зовнішніх предметів, вимірювати ступінь гладкості поверхні, твердість матеріалу, розташування заданого предмета, його масу, теплопровідність, температуру, ступінь близькості цього предмета, визначати його форму і розміри, характерні зовнішні ознаки, колір, відстань, запах, знаходити місце розташування «рук і ніг» робота, а також аналізувати звукові сигнали [5].

Вікіпедія [Робот. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Робот>] визначає «робота» як автоматичний пристрій, що призначено для виконання виробничих та інших операцій, які зазвичай виконувались безпосередньо людиною. Для опису автоматичних пристроїв, дія яких не має зовнішньої схожості з діями людини, переважно використовується термін «автомат».

Надзвичайна поширеність роботів сьогодні призводить до того, що все більше питань стосуються не лише їх безпеці чи оптимізації їх роботи, а й навіть питанням авторських прав на винахід, зроблений штучним інтелектом

чи етичності прийняття тих чи інших рішень роботами, які матимуть значний вплив на життя людини чи суспільства в цілому.

Таким чином можемо дати досить загальне і стисле визначення класу машин, що ми називаємо роботами. Робот – це автономно функціонуюча універсальна автоматична машина, призначена для відтворення фізичних, рухових і розумових функцій людини, наділена здатністю до адаптації і навчання у процесі активної взаємодії з навколишнім середовищем. Розглянемо принципи управління роботом: 1. Управління з прямим зв'язком. Об'єкт, який управляє роботом, передає команду роботу, яким управляють. В такому випадку невідомо, виконана команда чи ні.

Існують такі принципи управління роботом:

А) управління з прямим зв'язком. Об'єкт, який управляє роботом, передає команду роботу, яким управляють. В такому випадку невідомо, виконана команда чи ні (рис. 1.1).

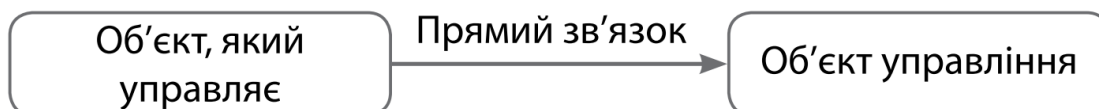


Рис. 1.1 — Схема управління з прямим зв'язком

б) Управління зі зворотнім зв'язком. Об'єкт, який управляє, передає команди об'єкту управління, а той передає по зворотному зв'язку дані про свій стан(рис. 1.2).

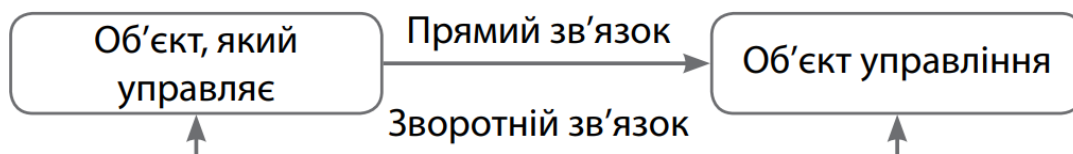


Рис. 1.2 — Схема управління зі зворотнім зв'язком

Базові поняття, на яких базується робот:механізм – це пристрій, за допомогою якого людина може виконувати роботу. Але самостійно механізм зробити нічого не зможе. Для того, щоб механізмом виконувалися команди, необхідна програма. Автомат – пристрій, який виконує роботу самостійно відповідно до вбудованої програми. Робот – автомат зі зворотнім зв'язком та елементами штучного інтелекту. Робот, який активно взаємодіє з навколишнім середовищем, у загальному вигляді повинен мати певні системи: управляючу, інформаційно-вимірювальну (сенсорну), систему зв'язку, виконавчу (моторну). Управляюча або інтелектуальна система – це «мозок» робота, який призначено для управління механізмами виконавчої системи на основі вбудованої програми з урахуванням сигналів зворотного зв'язку від сенсорної системи. Інформаційно-вимірювальна або сенсорна система – це штучні «органи» чуття робота, призначені для сприйняття і перетворення інформаційних даних про стан зовнішнього середовища і самого робота. Система зв'язку – це «мова» робота, призначена для передачі інформаційних сигналів між системами робота, а також для організації обміну інформацією між роботом і людиною або іншими роботами і пристроями з метою здійснення діалогу, надання команд роботу, контролю за функціонуванням його систем, діагностики несправностей, регламентної перевірки тощо. Виконавча або моторна система – це пристрій, призначений для безпосереднього впливу на об'єкти навколишнього середовища або взаємодії з ними відповідно до сигналів, що формуються інформаційно-вимірювальною системою або безпосередньо оператором. Структурну схему робота можна представити у вигляді схеми (рис. 1.3).

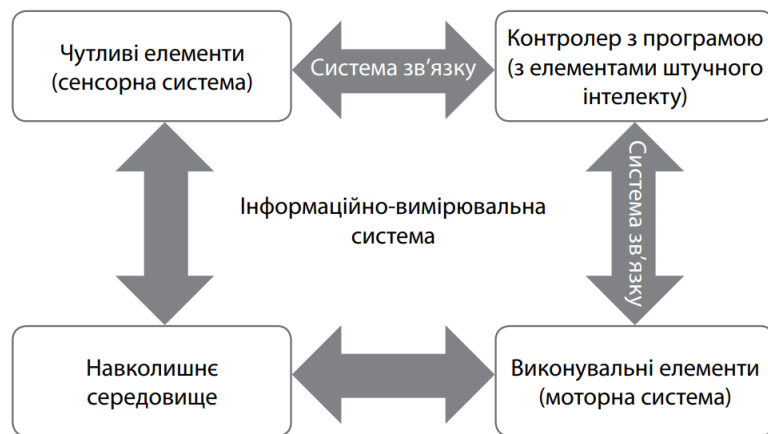


Рис. 1.3 — Структурна схема робота

Роботи можуть класифікуватися за різними ознаками. Найбільш загальними і змістовними є класифікації за призначенням та класом задач, для розв'язування яких призначений робот; особливостями управління; технологічними ознаками. Розвиток робототехніки зумовлює формування нових поколінь роботів і впровадження їх в нові галузі. Тому класифікація за призначенням та класом задач, до яких призначено роботів, не є завершеною і певною мірою характеризує шлях розвитку роботів, а тому може бути названа також «еволюційною», але вже зараз можна зазначити, що роботи всіх поколінь можуть бути розділені на дві великі групи: виробничі і дослідницькі. Виробничі роботи призначені для виконання важкої, монотонної, шкідливої та небезпечної для здоров'я людей фізичної роботи, а також окремих видів трудомістких, напружених розумових робіт (проектування, інформаційне забезпечення, управління). Промислові роботи призначені для автоматизації основних і допоміжних операцій в різних галузях промисловості – машинобудуванні і приладобудуванні, гірничодобувній, нафтохімічній, металургійній, атомній тощо. За методом управління або ступенем безпосередньої участі людини в управлінні роботи поділяють на три групи: біотехнічні, інтерактивні та автоматичні. Біотехнічні роботи функціонують тільки за безпосередньої участі людини-оператора, яка фактично бере на себе управління виконавчими механізмами. Інтерактивні роботи на відміну від біотехнічних мають пристрої пам'яті для

автоматичного виконання окремих дій і можуть управлятися поперемінно оператором або автоматично. Автономні роботи можуть функціонувати цілком самостійно без безпосередньої участі в їх управлінні людини-оператора. За способом переміщення роботів можна поділити на такі види (рис. 1.4):



Рис. 1.4 – Різновиди роботів за способом переміщення

Сьогодні роботи користуються великим попитом. Їх використовують у різних областях промисловості, побуту, науки, техніки, розваг та навіть військових задач та досліджень космосу (рис.1.5).



Рис.1.5 – Области застосування роботів.

1.1.1 Використання роботів у медицині.

Роботи допомагають рятувати людські долі, а іноді і життя. Сучасні протези кінцівок безпосередньо пов'язані з робототехнікою. Нерухомі штучні руки залишилися в далекому минулому, нинішні протези вміють рухати пальчиками. Їх управління безпосередньо пов'язане з електричними імпульсами, що передаються тілом. Також роботи використовуються для проведення високотехнологічних медичних операцій.

Відомим у медицині є робот-хірург Da Vinci, що активно використовується в усьому світі. Поки це не самостійно діючий механізм, а слухняний 500-кілограмовий інструмент в руках лікаря. В операційного модуля чотири «руки». Три з них закінчуються мініатюрними хірургічними інструментами – скальпелем і зажимами, а четверта управляє крихтної відеокамерою. Da Vinci оперує через сантиметрові проколи, тому без камери не обійтися, зате у пацієнта майже не залишається шрамів. Коли робот «чаклує» над хворим, хірург-людина сидить за пультом. Лікар маніпулює джойстиками, які дуже точно передають руху пальців і кисті «рук» da Vinci. Як і у людської кисті, у них сім ступенів свободи, але маніпулятори набагато сильніше, не втомлюються і миттєво завмирають, якщо хірург відпустить джойстики. Свої дії лікар контролює через окуляри, куди надходить збільшена до 12 разів картинка з відеокамери [5]. Такі роботи мають високу точність, та за допомогою них можуть проводитися операції навіть якщо лікар знаходиться у іншій країні.

1.1.2. Роботизовані системи в галузі безпеки.

Сьогодні все більш і більш активно починають використовувати роботизовані системи в галузі безпеки. Ці роботи першими виявляють пожежонебезпечні ситуації і успішно запобігають їх виникненню та розповсюдженню. Пожежа може трапитися в природних умовах і призвести

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						12
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

до значних втрат, для попередження цього розроблена система виявлення вогню та диму (рис.1.9). Роботизована система складається з мережі роботів, які в реальному часі слідкують за станом зелених насаджень та фокусуються на ранньому виявленні ознак лісової пожежі. Роботи використовують електрооптичні та інфрачервоні датчики та машинне навчання з алгоритмами раннього виявлення диму та нетипового підвищення температури. Вони використовуються природоохоронними службами, національними парками та лісовими господарствами в Азії, Америці та Європі.

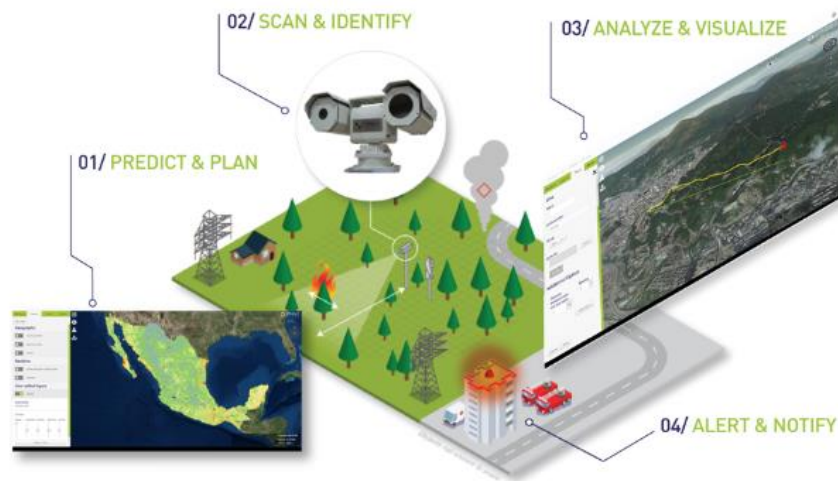


Рис.1.9 – Роботизована система InsightFD для виявлення вогню та диму в лісах.

Сучасні військові навчання максимально наближені до умов реальності, завдяки роботам, що імітують противника. Роботи для військових навчань імітують людські імпульси і звички. Також вони здатні проводити тривале стеження за об'єктами, що викликають підозру в органів правопорядку. Зокрема, в Дубаї уже використовують роботів поліцейських для попередження правопорушень. Робот, персоналізована модель Reem від Pal Robotics, була представлена на виставці та конференції в Перській затоці з питань інформації та безпеки

Як повідомляють керівники правоохоронних служб у Дубаї, за допомогою цих роботів громадськість цілодобово має доступ до органів безпеки. Робот поліцейський може захистити людей від злочину, оскільки транслює те, що відбувається, відразу командно-контрольному центру, який оперативно приймає рішення. В даний час він може спілкуватися лише арабською та англійською мовами, але є плани додати російську, китайську, французьку та іспанську мови до свого репертуару. Типова задача для такого робота – патрулювання вулиць міста.

1.1.3. Роботи у промисловості.

Неможливо уявити собі сучасні заводи без роботизованої техніки. Роботи виконують безліч найрізноманітніших операцій. В основному – це дії, що вимагають багаторазового повторення і високої точності. Найчастіше застосування роботів рятує цілі галузі промисловості. Адже їх застосування дозволяє значно збільшити продуктивність праці, звільнивши при цьому людські ресурси для вирішення більш важливих завдань. Роботи можуть працювати безперервно та мають високу точність.

Часто застосовують маніпулятори або так звані «робо-руки». Їх основна задача – міцно зафіксувати предмет у просторі, або перемістити предмет з одного місця в інше. Універсальні маніпулятори застосовуються для виконання підйомно-транспортних робіт в машинобудуванні, а також для механізації операцій по обслуговуванні технологічного обладнання (установки і знімання деталей на металорізальних верстатах, зварочні і свердлильні операції). Працездатність маніпуляторів характеризується рядом технічних показників: робочий об'єм, маневреність, кут і коефіцієнт сервісу, число ступеней свободи, вантажопідйомність, швидкість руху, енергетичні показники.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						14
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Іншою задачею, яка часто виникає на виробництві – це створити міцну металеву несучу конструкцію. Ця задача може бути виконана роботом 3Д принтером, який здатний замінити бригаду зварювальників

Перевагами використання цих роботів є безпечність, можливість дистанційного керування ними або ж використання технологій штучного інтелекту для економії матеріалу.

Ведуться дослідження щодо можливості використання таких роботів у космосі для побудови ангарів для поселенців на Марсі, тільки замість металу будуть використовуватися або цементні розчини, або композити пластику з базальтом.

Промислові роботи класифікуються за характером виконуваних технологічних операцій:

технологічні — промислові роботи, які виконують основні операції технологічного процесу;

допоміжні — промислові роботи, які виконують допоміжні операції щодо обслуговування основного технологічного устаткування і транспортно-складської системи;

універсальні — промислові роботи, які виконують різноманітні операції.

1.1.4. Побутові роботи

Роботи застосовуються і в побуті. Найвідоміші з них – робот-пилосос і газонокосарка. Також можна зустріти роботів, спеціально розроблених для виконання більш складних побутових завдань.

Роботом, який здатний підтримувати чистоту у приміщенні є робот-пилосос. Його основні переваги: автоматичність, мобільність, незалежність від людини (оператора), надійність та низький рівень шуму при роботі.

Роботи пилососи сьогодні існують у багатьох модифікаціях, серед них:

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

- iRobot Roomba 980,
- ECOVACS DEEBOT MINI DK560,
- AGAiT E-Clean EC-2,
- та багато інших.

Є роботи, покликані нести людям радість, розважаючи їх своїми вміннями. В більшості своїй, такі роботи представляють світ дитячих іграшок: співаючі і танцюючі тварини, інтерактивні іграшки, радіокеровані машини і гелікоптери. Втім, роботи для розваги дорослих відрізняються від дитячих, хіба що розмірами. Настає ера революції та еволюції в галузі робототехніки в напрямку створення людиноподібних роботів-гуманоїдів. Лідером в цій галузі є Японія. Яскравим прикладом є «привабливий робот» Еріка, яка, яка захоплюється театром і анімаційними фільмами та хоче відвідати Південно-Східну Азію. Передовий робот гуманоїд Еріка вийшов завдяки спільним зусиллям спеціалістів з університетів Osaka і Kyoto, науково-дослідного інституту сучасних телекомунікаційних систем International (ATR). Автором Еріки є Hiroshi Ishiguro – професор Intelligent Robotics Laboratory в університеті Osaka (розробник адроїда Geminoid HI-1, який є точною копією свого творця). Еріка не в змозі самостійно ходити, але володіє поліпшеною мовою і здатністю розуміти, реагувати на питання, висловлювати свою думку і супроводжувати її відповідною мімікою.

1.2 Порівняння з аналогами

Задача вимірювання площі турбувала людство ще кілька тисячоліть тому. На думку істориків, слово «геометрія» походить саме від слів «вимірювати землю», але з часом розвитку цивілізації та технологій підходи до вирішення цієї задачі дуже змінювалися.

На сьогодні відомі кілька пристроїв, які частково є аналогами роботів, які здатні вимірювати площу приміщення.

Портативні дальноміри самі по собі не є роботами, але додавання до їх складу датчиків, програми, процесора для виконання команд, пристроїв

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						16
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

запам'ятовування та зчитування та приєднаний до мережі інтернет уже перетворює їх на роботів.

Основні переваги портативного дальноміра – це простота використання та відносна надійність, тоді як його основний недолік (через який деякі фахівці з робототехніки і не називають цей пристрій роботом) – необхідність переміщати сам вимірювальний прилад зовнішньою силою (носити або возити транспортним засобом, наприклад), причому від точності розташування самого приладу на пряму залежить точність вимірювань. Отже, такий пристрій не може бути визнаний аналогом, тому що він дуже залежить від оператора та фактично не може самостійно виконати завдання вимірювання площі приміщення.

Для великих площ є пристрій «Вимірювач площі поля», який по даним геопозиціювання (GPS) здатний визначити межі приміщення з наступним розрахунком площі [4]. Залежність від сили сигналу (який може бути звимірювальний прилад зовнішньою силою (наприклад, возити транспортним засобом). Похибка вимірювань, як заявляє виробник таких приладів складає на площах від 1 Га та більше - до 0,5%, рідко коли приміщення сягає такого розміру.

Цікавим рішенням для вирішення задачі розрахунку площі приміщення є додаток magicplan [5] для планшетів, який дозволяє через камеру планшета бачити і натисканням на сенсорному екрані планшета відмічати кутки стін, але ця програма потребує людини або робота, який буде переміщати планшет, наводити його на кутки приміщення та натискати на екран. З переваг цього додатку варто відмітити зручність та інтерактивність, а також можливість отримати креслення приміщення після виконання всіх необхідних дій. Недоліки: безкоштовною є лише демонстраційна версія, яка дозволяє виміряти лише 1 приміщення, для використання програми далі необхідно її купити.

Серед роботів, які можуть вимірювати площу приміщення виділяють дві основні категорії – колісні та крокуючі роботи (за способом переміщення у просторі).

Переваги колісних роботів:

- простіша, а отже надійніша конструкція,
- більш висока швидкість переміщення, а отже, і збір даних щодо довжин стін приміщення та їх розташування.

Недоліки колісних роботів:

- Мала ефективність у непідготовленому середовищі, на площині з перепадами висоти, де колеса проїхати не зможуть, зокрема, в приміщенні, де ще не відремонтована підлога.

Переваги крокуючих роботів:

- мала взаємодія з навколишнім середовищем (взаємодія з поверхнею відбувається тільки в місцях контакту стопи з поверхнею)
- може переміщатися по більшості поверхонь, в тому числі по сходах між поверхами.

Недоліки крокуючих роботів:

- складність конструкції через велику кількість моторів, порівняно з колісними моделями,
- складне управління для забезпечення стабілізації робота у просторі, як наслідок - невисока швидкість переміщення та збору даних щодо приміщення.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

В ході розробки даного розділу було проаналізовано літературні джерела для вивчення можливості створення програмно-апаратної системи (робота), здатного до вимірювання площі приміщення, враховуючи переваги та недоліки уже існуючих пристроїв. Було проведено пошук та аналіз уже існуючих платформ та систем, порівняльну характеристику даних систем, а також виділено їх основні переваги та недоліки. Провівши різносторонній огляд переваг та врахувавши недоліки, було розроблено теоретичний підхід для реалізації власного рішення даної задачі. Також було виділено основні аспекти побудови власного рішення та складено план його розробки.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						19
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2.

АПАРАТНА ЧАСТИНА РОБОТА

2.1 Конструкторські набори для створення роботів

Велика популярність до створення, модифікації та вдосконалення роботів зумовила створення різноманітних конструкторських наборів для навчання та прототипування.

Серед численних конструкторських наборів простотою та водночас високими можливостями для прототипування та винахідництва можна відзначити навчальний набір Lego Mindstorms EV3.

Серед різноманітних наборів LEGOMINDSTORMSEV3 особливо потужною є версія набору Education – це третє покоління робототехнічних конструкторів серії LEGO Mindstorms. Даний набір розроблявся в Массачусетському технологічному інституті (Massachusetts Institute of Technology) спільно з компанією LEGO. Набір дає можливість конструювати роботів з безліччю датчиків і моторів або вимірювати відстань, освітлення, температуру, проводячи наукові експерименти. Перший LEGO Mindstorms RCX був випущений в 1998 р., основою для нього став мікроконтролер H8. Наступним поколінням став LEGO MINDSTORMS Education NXT, випущений у 2006 р. Він помітно розширив функціонал першого набору, також в ньому використовувався новий мікроконтролер ARM7 32bit CPU. ROBOLAB розроблено як основу для LabView компанією National Instruments. EV3 є інтелектуальним, керованим комп'ютером на базі елементів LEGO і системи MINDSTORMS. Система MINDSTORMS називається так завдяки книзі Сеймура Пейперта «Переворот у свідомості: діти, комп'ютери та плідні ідеї», в якій автор аналізує способи формування мислення дітей і роль комп'ютерів у цьому процесі [6]. Конструктор Lego Mindstorms EV3 складається з електронних та механічних елементів. Основа конструктора – програмований блок EV3 (його ще називають «брік»), інтерактивні сервомотори і декілька датчиків. Цей набір дозволяє збирати

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						20
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

різноманітних роботів, які здатні взаємодіяти з предметами, наприклад, знаходити коробки на рівній поверхні та переміщати їх (рис. 1.4).



Рис.1.4 –Робот, зібраний з конструктора Lego Mindstorms EV3

Одним з дуже поширених наборів для навчання робототехніці та створенню роботів для навчання та прототипування є Arduino.

Arduino являє собою набір, до складу якого входить готовий електронний блок і програмне забезпечення. Електронний блок в данному випадку – це друкована плата з встановленим мікроконтролером і мінімумом елементів, необхідних для його роботи. Фактично електронний блок Arduino є аналогом материнської плати сучасного комп'ютера. На ньому є роз'єми для підключення зовнішніх пристроїв, а також роз'єм для зв'язку з комп'ютером, за яким і здійснюється програмування мікроконтролера Arduino. Особливості використовуваних мікроконтролерів ATmega фірми Atmel дозволяють виробляти програмування без застосування спеціальних програматорів. Все, що потрібно для створення нового електронного пристрою, – це плата Arduino з датчиками, моторами та іншими електронними компонентами, кабель зв'язку та комп'ютер.

Другою частиною конструктора для збирання роботів Arduino є програмне забезпечення для створення керуючих програм. Воно об'єднало в собі найпростішу середу розробки та мова програмування, що представляє собою варіант мови C / C++ для мікроконтролерів. У нього додані елементи, що дозволяють створювати програми безвивчення апаратної частини. Так що для роботи з Arduino практично досить знання тільки основ програмування на C / C++. Створено для Arduino і багато різних бібліотек, що містять код, який працює з різними пристроями.

Варіанти використання Arduino обмежені тільки можливостями мікроконтролера та варіанту плати, який є в наявності, або фантазією розробника. Наприклад, багато розробників створюють на базі Arduino різноманітні машини, оснащені ультразвуковими датчиками відстані проїзду по лабіринту (рис.1.5) або датчиками кольору для проїзду по лінії (рис.1.6).

Користувач сучасного комп'ютера не замислюється про функціонування окремих його частин. Він запускає потрібні програми і працює з ними. Так і Arduino дозволяє користувачеві зосередитися на розробці проектів, а не на вивченні пристрою і принципів функціонування окремих елементів. Немає потреби і в створенні закінчених плат і модулів. Розробник може використовувати готові плати розширення або просто безпосередньо підключити до Arduino необхідні елементи. Всі інші зусилля будуть спрямовані на розробку і налагодження керуючої програми на мові високого рівня. В підсумку доступ до розробки мікропроцесорних пристроїв отримали не тільки професіонали, але і просто любителі щось зробити своїми руками. І наявність готових модулів і бібліотек програм дозволяє непрофесіоналам в електроніці створювати готові працюючі пристрої для вирішення своїх завдань, а після написання програми ці пристрої вже є роботами.

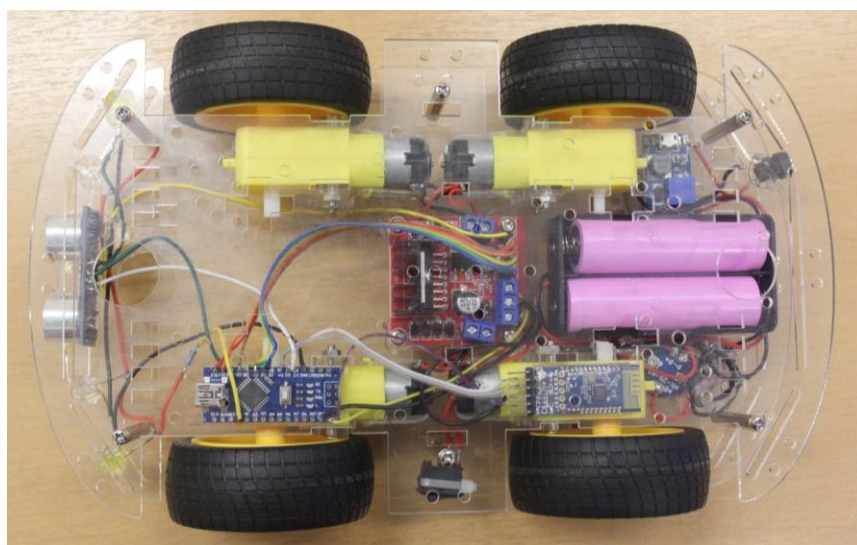


Рис.1.5 – Роботизоване шасі з мікроконтролером Arduino, чотирма моторами та датчиком відстані

Ще одним прикладом процесорного блоку з пам'яттю та можливістю підключення засобів вводу-виводу для створення роботів є мінікомп'ютер RaspberryPi (рис.1.7), який з'явився недавно. Це одноплатний комп'ютер невеликого розміру, розроблений британським фондом RaspberryPiFoundation. RaspberryPi створений на базі процесора з архітектурою ARM і частотою від 700 МГц. В останніх версіях прошивки офіційно дозволили прискорити процесор до 1,2 ГГц, що забезпечує досягнення прийнятної продуктивності при низькому енергоспоживанні.

RaspberryPi – це повноцінний системний блок, за допомогою якого можна навчати роботи з комп'ютером, відтворювати відео, програмувати, користуватися інтернетом, слухати музику.

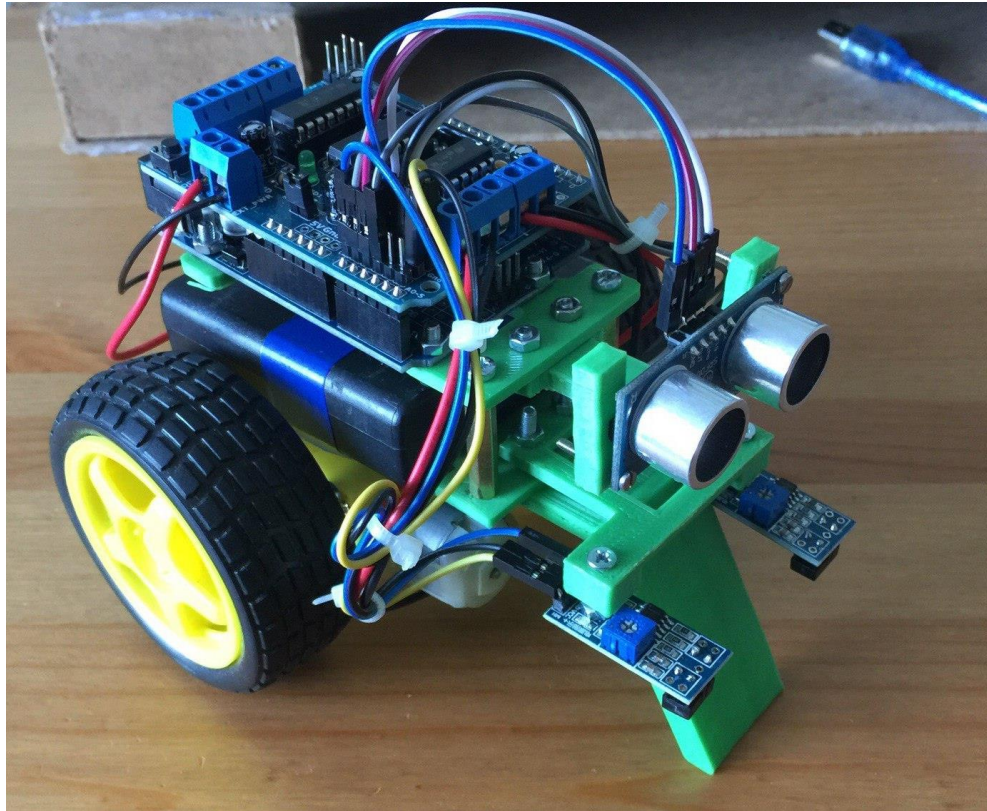


Рис.1.6 – Робот з мікроконтролером Arduino та датчиками кольору для проїзду по лінії на поверхні

Одна з головних і привабливих особливостей RaspberryPi – наявність на платі апаратних портів введення/виведення загального призначення, що відкриває перспективи використання його в робототехнічних проектах [7].

У новій моделі Raspberry Pi 3, випущеній в 2016 році, є два оновлення. Перше – наступне покоління чотириядерного процесора Broadcom BCM2837 64-бітної ARMv8, яке збільшує швидкість процесора від 900 МГц на Raspberry Pi 2 до 1,2 ГГц на Raspberry Pi 3. Другим оновленням є чіп BCM43143 WiFi, вбудований у Raspberry Pi. З ним не потрібні WiFi-адаптери, Raspberry Pi 3 готовий до використання Wi-Fi. На платі також є Bluetooth Low Energy (BLE), роблячи Raspberry Pi 3 ефективним для вирішення задач інтернету речей. І в цій моделі є модернізоване джерело живлення, яке видає струм до 2,5 ампер, що дозволяє підключати до Вашого Raspberry Pi навіть більш потужні пристрої через USB-порти. Все це відкриває фантастичні можливості для створення роботів.

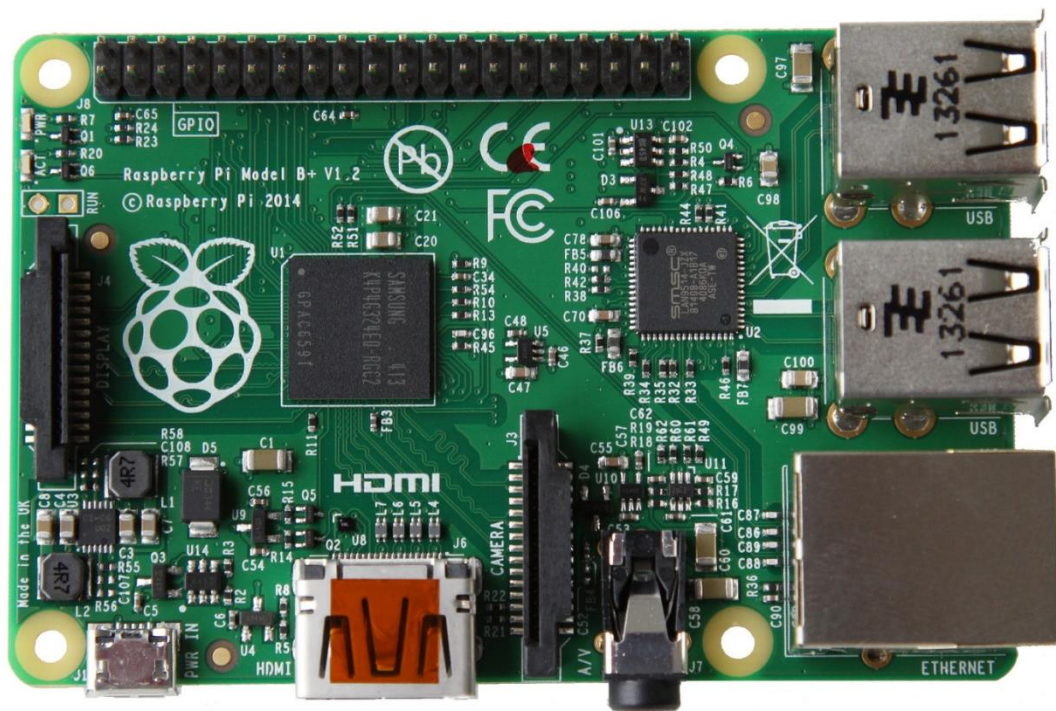


Рис. 1.7 – Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi для створення роботів

2.2 Вимоги до робота, який вимірює площу приміщення

Аналіз переваг та недоліків розглянутих вище аналогів дозволив виділити найбільш важливі характеристики. Необхідно, щоб робот був автономним, тобто здатним самостійно знаходити стіну (з будь-якого місця в приміщенні), бути надійним (при кількох вимірюваннях площі одного приміщення результат вимірювання повинен бути однаковим в межах похибки вимірювань та округлень),

Щоб розробити робота, здатного вимірювати площу приміщення, нам необхідно визначити:

- конструкцію робота (роботизоване шасі, кількість моторів, датчиків),
- вимоги до програми робота,
- метод розрахунку площі приміщення на основі вимірювань датчиків,
- спосіб контролю якості вимірювань та обчислень, які здійснює робот.

Обрано саме колісного робота, тому що крокуючі роботи потребують більшої кількості моторів та датчиків, та значно складніших програм для керування ними.

Робот, який самостійно (без сторонньої допомоги) здатний розрахувати площу замкненого приміщення, повинен мати в своєму складі один або кілька наступних датчиків:

- ультразвуковий датчик відстані;
- інфрачервоний датчик, налаштований для вимірювання відстані;
- спеціальний лазер, адаптований під задачу вимірювання відстані;
- датчик з фоточутливим елементом;
- датчик дотику;
- радар.

Вищевказані датчики (один або кілька) потрібні для виявлення стіни в приміщенні. Але на практиці ці датчик можуть або зовсім не виміряти, або неправильно (зі значною похибкою вимірювань) виміряти наявність стіни. Наприклад, це може бути, якщо на одну поверхню впродовж тривалого часу падало сонячне світло, від чого ця поверхня стіни нагрілася – в цьому випадку у разі використання інфрачервоного датчика або датчика з фотоелементом робот з великою долею ймовірності неправильно вирахує відстань до цієї стіни.

Використання датчика дотику на практиці може призвести до небажаних слідів на стінах від його використання, у разі шороховатої поверхні стіни або у випадку м'якої поверхні стіни (наприклад, якщо стіни ще не висохли після ремонту або покриті м'якими оздоблювальними матеріалами, шпалерами тощо). Це можливо, тому що датчик цього типу є контактним: для його спрацювання необхідно, щоб робот достатньо сильно під'їхав впритул до стіни та датчик спрацював, зафіксувавши замкнення контактів.

Лазерний далекомір є пристроєм, що складається з лазеру та фоточутливого елементу. Точність вимірювань лазерним далекоміром частково залежатиме від кольору поверхні, ступеня рівності (гладкості) поверхні тощо. Якщо розглядати часткові випадки, то у випадку стіни білого кольору або світлого відтінку інших кольорів, якщо вона гладенька та рівна –

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						26
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

точність вимірювань буде висока (аж до 0,5 мм), у випадку стіни темного кольору, з шорховатою або нерівною поверхнею – лазерний промінь буде частково поглинатися та розсіюватися, що призведе до суттєвих похибок вимірювання.

Враховуючи вищеописане, однією з вимог до датчика, який буде використовуватися на роботі для вимірювання відстані, є безконтактний характер (спосіб) вимірювання, при цьому на показник вимірювальної величини не повинні впливати ступінь нагрятості поверхні стіни та/або рівень освітленості в приміщенні. Цим вимогам відповідає ультразвуковий датчик відстані. Варто відзначити, що радар теж може бути застосований, але його використання може ускладнити конструкцію, тому на практиці простіше та надійніше використовувати кілька ультразвукових датчиків відстані.

Робот, який рухатиметься по приміщенню, повинен надійно та достатньо швидко вміти обчислювати площу цього приміщення. Для цього йому потрібно проїхати паралельно на невеликій відстані вздовж кожної з стін, щоб достатньо точно виміряти довжину стіни, паралельно якій він їхатиме.

Для вимірювання довжини у приміщенні зі сталою температурою та вологістю доцільно використати ультразвукові датчики відстані, які дозволяють вимірювати від 0,03 м до 2,55 м з похибкою вимірювань 0,01 м. Для полегшення виконання задачі вирівнювання робота, коли він їде паралельно вздовж стіни, варто використовувати два ультразвукові датчики відстані. При цьому конструктивно один з них знаходиться попереду, а інший збоку. Той, що збоку, буде фіксувати відстань до стіни, яка знаходиться паралельно траєкторії проїзду робота. Використання двох датчиків відстані, які нерухомо закріплені на роботі, дозволяє значно спростити задачу вимірювання довжини стін приміщення.

Для реалізації точних поворотів біля кутків приміщення доцільно використати датчик кута повороту (гіроскоп), що значно спрощує розрахунки та програму в цілому. Для збільшення точності вимірювань довжин стін (з

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						27
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

метою подальшого розрахунку площі приміщення) варто також фіксувати в часі кількість обертів вала мотора. Це дозволить, знаючи діаметр колеса, та вважаючи, що колесо достатньо щільно прилягає до поверхні, по якій їде робот, розрахувати відстань, яку проїхав робот. Далі розрахована через датчик обертів вала мотора довжина стіни порівнюється з довжиною стіни, яка була розрахована, використовуючи ультразвукові датчики відстані. У разі значної розбіжності результатів розрахунку (більше за різницю, зумовлену похибкою при роботі датчиків та похибкою при округленні), робот може або повторно проїхати цю ділянку або повідомити людину через бездротовий канал зв'язку (наприклад, Bluetooth).

Для конструювання робота, який буде використовувати кількість обертів мотора для розрахунку площі, можна використати окремий датчик обертів колеса. Але на практиці, за умови нерухомого з'єднання колеса до осі мотора (а вісь, в свою чергу, нерухомо приєднана до ротору мотора) варто використовувати не окремий мотор та окремий датчик обертів, а сервомотор. Використання сервомотора як одного вузла дає роботу можливість рухатися та водночас дозволяє реєструвати кількість обертів вала мотора, на якому закріплене колесо.

Акумуляторна батарея повинна бути достатньої ємності, щоб робот встигав виконати поставлену задачу, та, за потреби, був деякий запас часу, щоб переїхати приміщення кілька разів. Тобто заряду акумуляторів повинно вистачати з запасом, як мінімум на кілька годин роботи.

Робот повинен бути достатньо механічно міцний в цілому та складатися з якомога меншої кількості рухомих частин, для збільшення його надійності. Також робот повинен бути ремонтпридатним. Приклад вигляду такого робота, який зібрано з конструктора Lego Mindstorms EV3, та відповідає описаним вище вимогам, наведено на рис. 1.8.

Програма робота повинна стабільно працювати при запуску робота з будь-якої точки всередині приміщення. Для коректної роботи програми потрібно зачинити двері, бо у випадку відчинених дверей робот може виїхати

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

за межі приміщення, що в свою чергу призведе до неможливості виконання ним цільової задачі.

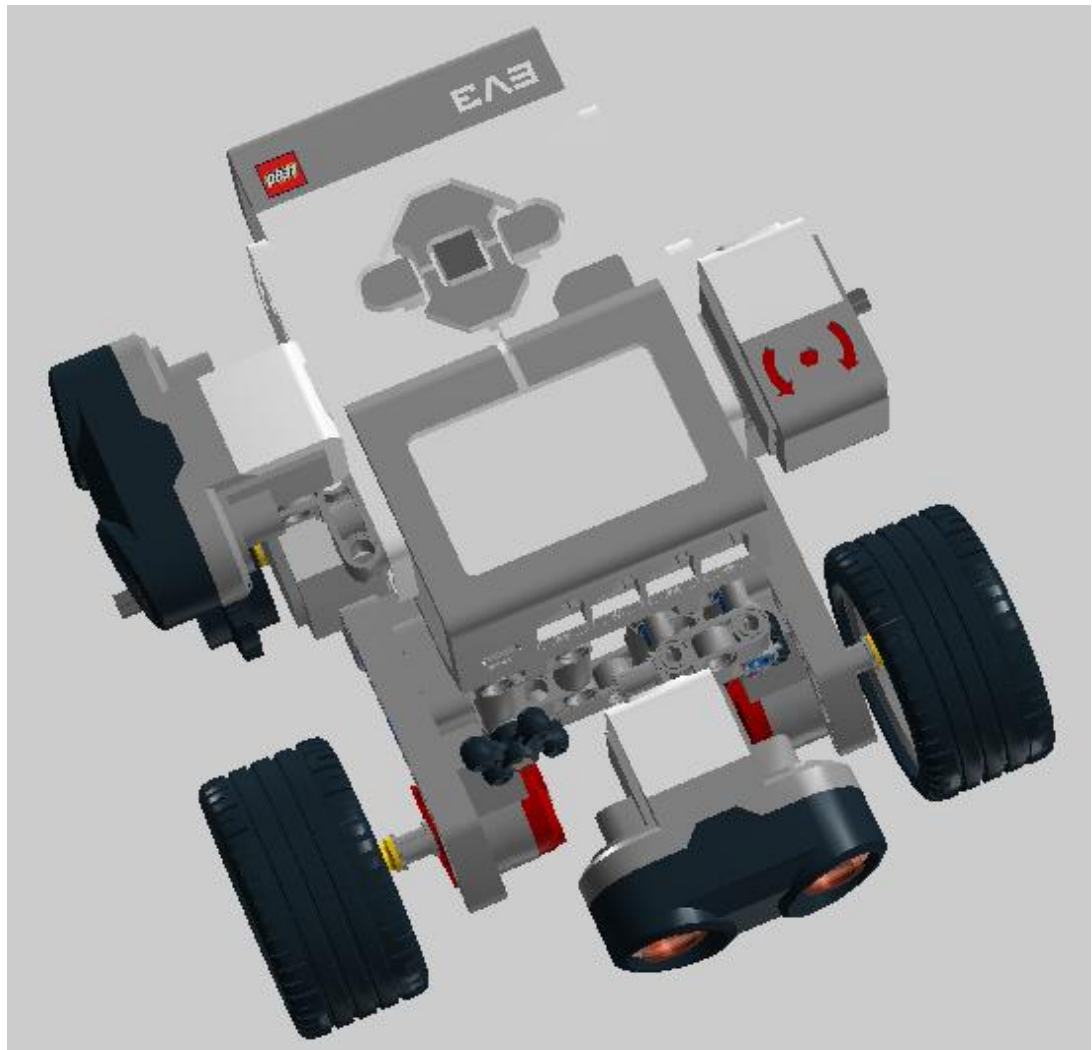


Рис. 1.8 –Робот для вимірювання площі приміщення, вигляд зверху

Очевидно, що у програмі робота повинні бути наступні функції:

їхати прямо і зупинитися перед стіною;

- вимірювати відстань до бокової стіни ультразвуковим датчиком відстані, який розташований збоку;
- порівнювати значення відстані від робота до бокової стіни з метою проїзду роботом паралельно вздовж бокової стіни;
- вимірювати відстань до стіни попереду ультразвуковим датчиком відстані, який розташований спереду робота;

- поворот при знаходженні кутка у приміщенні;
- порівнянням довжин стін між собою, з метою недопущення багатократного проїзду роботом по приміщенню, іншими словами – розрахунок моменту, коли робот уже проїхав вздовж усіх стін в приміщенні та розраховував площу;
- інформування користувача про закінчення процесу вимірювання площі приміщення звуковим та індикаційним способом.

Програмне забезпечення для робота буде завантажено через карту пам'яті, а програма для вимірювання площі написана на мові Python.

Для правильного розрахунку площі приміщення на основі вимірювань датчиків варто використати наступні положення:

- приміщення завжди має вигляд замкненого багатокутника з прямими стінами та прямими кутами між стінами (зовнішніми та внутрішніми),
- довжина кожної стіни у приміщенні є скінченною величиною,
- при правильному вимірюванні стін можна розрахувати площу через суму частин площ приміщення,
- кожна частина площі приміщення являє собою прямокутник,
- поверхня в приміщенні достатньо рівна, щоб нею міг пересуватися колісний робот.

При програмуванні робота з 2 ведучими колесами зручно керувати одночасно (паралельно) 2 двигунами, що дозволяє значно спростити програму в порівнянні з керуванням окремо кожним двигуном. Програмування як сервомоторів, так і датчиків конструктора LegoMindstormsEV3 потребує імпортування відповідних бібліотек.

Для вимірювання довжин стін та подальших розрахунків варто записувати дані з датчиків у масиви, з метою економії пам'яті робота та збільшення швидкості розрахунків. При цьому варто записувати довжини від робота до бокової стіни (відносно якої робот їде паралельно) в окремий

масив, і окрема функція в реальному часі обробляє ці дані, коригуючи потужність правого та лівого сервомотора.

При виконанні роботом поворота варто записувати в окремий масив дані датчика гіроскопа до поворота та після поворота роботом на 90° в горизонтальній площині. Центр робота перед поворотом та після закінчення поворота повинен бути в одному місці, в іншому випадку буде вноситися додаткова похибка при вимірюванні довжини стіни.

При записуванні у масив обертів вала сервомотора, для паралельного вимірювання відстані, варто зупиняти запис перед поворотом та відновлювати запис даних після закінчення поворота в кутку приміщення.

Для правильного розрахунку довжини стін варто враховувати місце розташування датчиків на роботі. Зокрема, відстань від переднього ультразвукового датчика відстані до геометричного центра робота (відносно якого здійснюється поворот), повинна бути врахована при вимірюванні відстані до стіни.

Аналіз переваг та недоліків розглянутих вище аналогів дозволив виділити найбільш важливі характеристики. Необхідно, щоб робот був автономним, тобто здатним самостійно знаходити стіну (з будь-якого місця в приміщенні), бути надійним (при кількох вимірювань площі одного приміщення результат вимірювання повинен бути однаковим в межах похибки вимірювань та округлень)

Серед численних конструкторських наборів простотою та водночас високими можливостями для прототипування та винахідництва можна відзначити навчальний набір Lego Mindstorms EV3.

2.3 Мікроконтролер Lego Mindstorms EV3

Мікроконтролер Lego Mindstorms EV3 зображений на рис.2.1 та має наступні технічні характеристики:

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						31
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

процесор ARM 9,
 роздільна здатність екрана 178x128 пікселів,
 FLASH пам'ять 16 Мб,
 оперативна пам'ять 64 мегабайт,
 операційна система Linux,
 4 порти виведення інформації (для моторів),
 4 порти введення інформації (для датчиків),
 Bluetooth 2.1,
 єSDcardreader, USBHostпорт, звуковий динамік, світлодіодна підсвітка
 кнопок керування, 6 кнопок керування.



Рис.2.1 – Зовнішній вигляд мікроконтролера Lego Mindstorms EV3

2.4 Сервомотор Lego Mindstorms EV3

Сервомотор Lego Mindstorms EV3 зображений на рис. 2.2. Він дає роботу можливість рухатися та реєструє кількість обертів вала ротора, на якому закріплене колесо. Технічні характеристики сервомотора: точність датчика обертів ± 1 градус, максимальний крутильний момент 40 Нсм, максимальні оберти до 160 об/хв.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

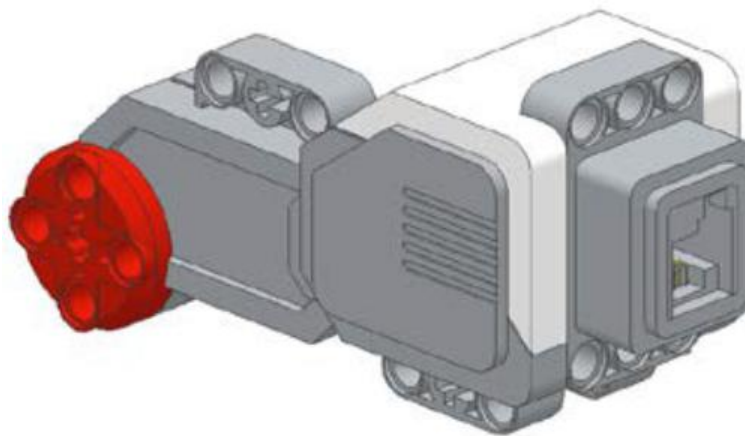


Рис.2.2 – Зовнішній вигляд сервомотора Lego Mindstorms EV3

2.5 Датчики Lego Mindstorms EV3

Ультразвукові датчики відстані достатньо прості та надійні, їх нескладно програмувати та використовувати. Так як швидкість звуку в повітрі залежить від кількох факторів (від фізичних властивостей повітря), то такі датчики призначені для роботи у середовищах з більш-менш постійною температурою та вологістю повітря, – в приміщеннях.

Основні характеристики ультразвукового датчика відстані Lego Mindstorms EV3:

- працює на відстанях від 3 до 255 см;
- найкраще виявляє об'єкти з твердою поверхнею (як-от стіни), яка добре відбиває звук(м'які об'єкти, такі як тканина, можуть поглинати звукові хвилі і не виявлятися датчиком),погано детектує об'єкти з округлою або похилою поверхнею;
- датчик має широке поле огляду і може краще виявляти ближчий об'єкт збоку, ніж більш віддалений об'єкт прямо перед ним;
- точність вимірювань складає ± 1 см.

Зовнішній вигляд ультразвукового датчика відстані Lego Mindstorms EV3 приведено на рис.2.3.

Якщо стіна покрита м'яким чи пористим матеріалом (наприклад, хутром, ватою, синтепоном тощо), то датчик буде вимірювати відстань до неї неправильно або ж не зможе її детектувати взагалі.



Рис.2.3 – Зовнішній вигляд ультразвукового датчика відстані Lego Mindstorms EV3

Датчик гіроскопа Lego Mindstorms EV3 визначає рух навколо однієї з осей обертання. Це показано стрілкою на корпусі датчика (рис. 2.4) . Кут повороту і напрямок можуть бути додатніми чи від'ємними. Якщо датчик обертати проти годинникової стрілки – кут повороту буде від'ємний, за годинниковою стрілкою – додатний. Датчик може вимірювати кутову швидкість (одиниця вимірювання – градуси в секунду).



Рис.2.4 – Зовнішній вигляд гіроскопа Lego Mindstorms EV3

2.6 Загальна конструкція робота

При конструюванні робота варто обрати такий варіант конструкції, який є необхідним та достатнім для вирішення поставленої задачі, вимірювання площі приміщення. Таким вимогам відповідає робот, який може пересуватися самостійно без сторонньої допомоги в межах приміщення та має мікроконтролер з акумуляторною батареєю, 2 датчики УЗ (спереду та збоку), 2 мотори (під ліве і праве колеса відповідно) та третю точку опори (металеву кульку), датчик гіроскопа, розташований таким чином, щоб міряти кут повороту при розворотах робота.

Одна з схем конструкцій, яка відповідає вищевказаним вимогам, показано на рис.2.5 та рис.2.6 (на обох рис. не зображені кабелі живлення та передачі даних, це особливість програми для створення конструкцій роботів – LEGO digital designer). Така конструкція робота дозволяє йому як виконувати завдання вимірювання площі приміщення, так і бути здатним виконувати ряд додаткових можливостей: перевіряти, чи правильної довжини стіна, чи знаходяться стіни одна відносно іншої під прямим кутом, чи правильно обрахована площа приміщення іншим вимірювальним пристроєм тощо, тому що робот цієї конструкції:

- містить два сервомотори, які дозволяють точно обертатися роботу на місці та вимірювати кількість обертів коліс;
- має два датчики ультразвуку, які дають змогу достатньо точно виміряти відстань у см;
- обладнаний датчиком кута повороту, що унеможливорює неправильний поворот робота біля так званих кутків приміщення – місць з'єднання стін.
- складається з механічних деталей достатньої міцності та має автономне джерело живлення (акумулятор), потужності якого достатньо для виконання задачі вимірювання площі приміщення.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						35
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

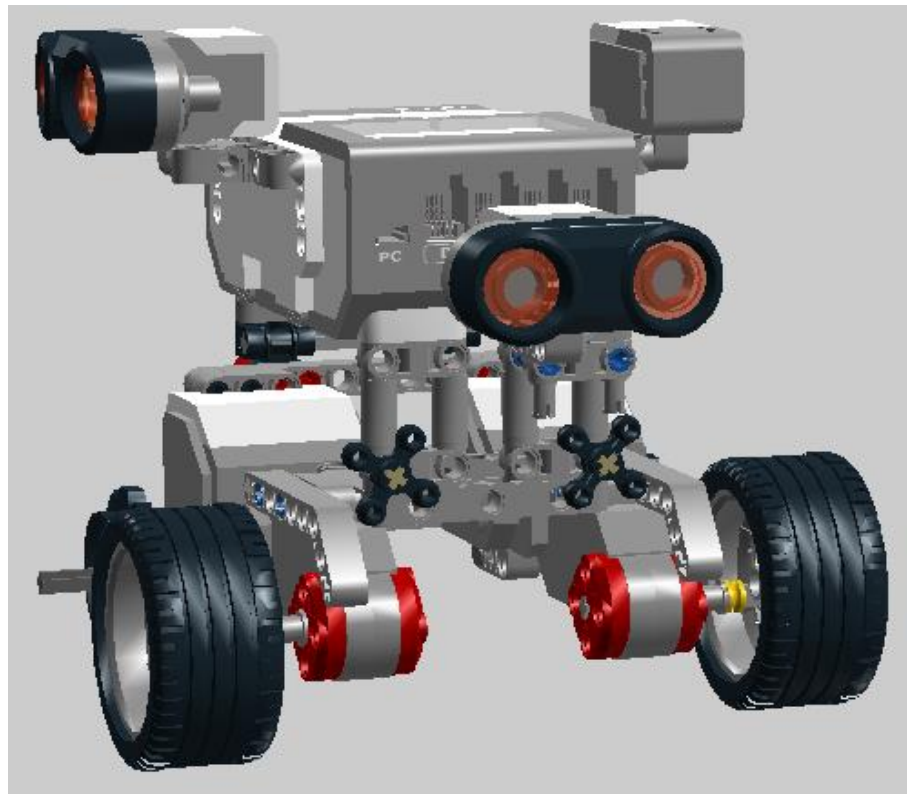


Рис. 2.5 – Зовнішній вигляд робота для вимірювання площі приміщення, вигляд збоку

Використання інших електронних компонентів (датчиків та моторів, а також процесора), переважна більшість яких адаптована під конструкторський набір Arduino, є можливим, але потребує виготовлення деяких деталей та кріплень під датчики на 3D принтері, що збільшує вартість кінцевого прототипу робота. Використання ж металевих механічних деталей значно збільшує масу робота, що призводить до зменшення тривалості його роботи (при такій же ємності акумуляторів, як і на роботі, зібраному з пластмасових деталей). Використання низькобюджетних комплектуючих (як електронних компонентів, так і механічних) не допускається, через їх низьку якість та є ризикованим, що може призвести до неможливості виконання роботом його цільової задачі через поломку.

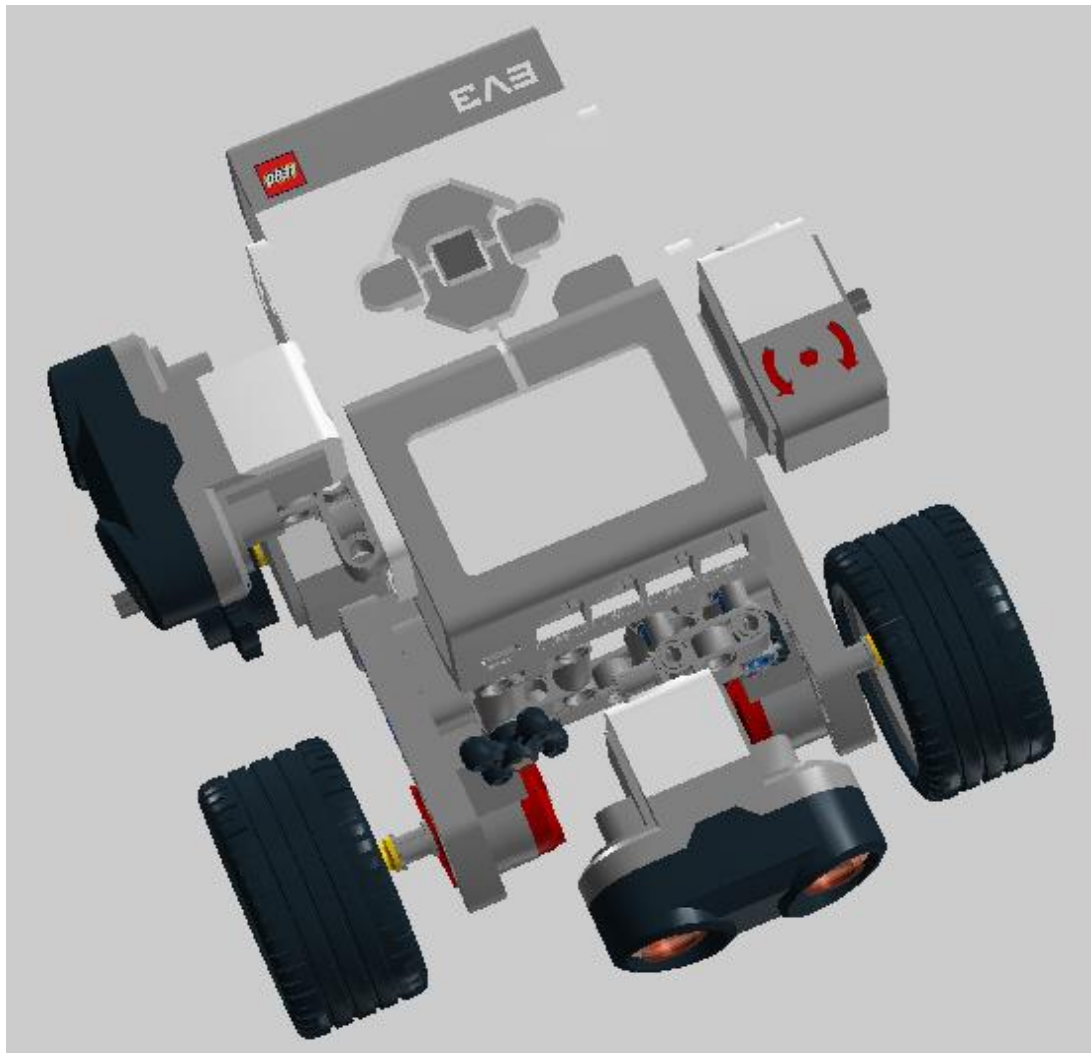


Рис. 2.6 – Зовнішній вигляд робота для вимірювання площі приміщення, вигляд зверху

Таким чином, використання конструкторського набору Lego Mindstorms EV3 та збирання з нього робота для вимірювання площі приміщення є оптимальним рішенням.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В ході написання даного розділу було проаналізовано різні конструкції роботів, та їх складові елементи, для ефективного функціонування робота, який вимірює площу приміщення. Для надійності виконання роботом поставленої задачі було обрано один вузол, який об'єднує в собі мотор та датчик обертання валу ротора – сервомотор.

Проаналізовано різні види датчиків для детектування відстаней до стіни, їх особливості роботи, переваги та недоліки. Після чого було аргументовано обрано ультразвуковий датчик відстані як такий, що найкраще підходить для вирішення поставленої задачі.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						38
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА ЧАСТИНА РОБОТА

3.1. Програмне середовище

Для написання програми та її завантаження на робота, який вимірює площу приміщення, на комп'ютері буде використовуватися програмне середовище Visual Studio Code.

Для успішного запису програми на робота, після встановлення Visual Studio Code необхідно виконати наступні дії:

- 1) Створити папку для програми (надалі – папка проекту).
- 2) запустити VisualStudioCode та натиснути «Openfolder» для того, щоб відкрити папку проекту (рис. 3.1)

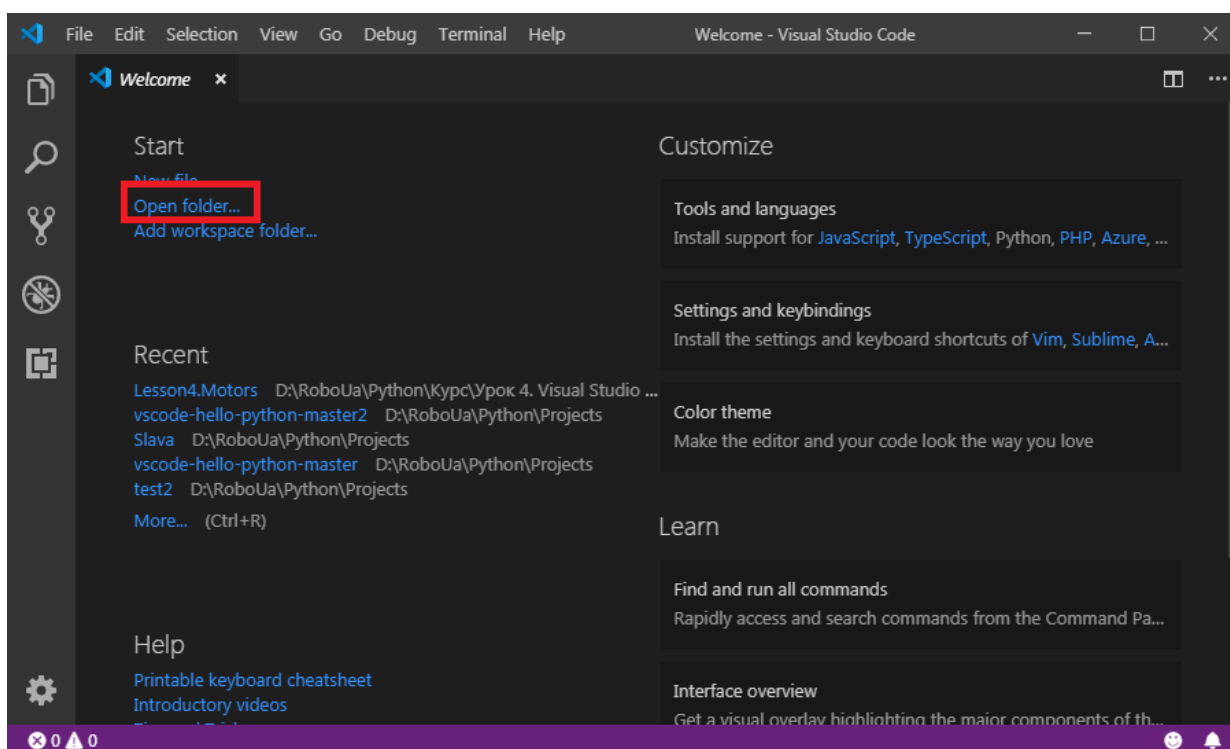


Рис. 3.1 – Вигляд середовища VisualStudioCode з відміченою червоною рамкою навколо «Openfolder»

- 3) Створити у папці проекту новий файл (див. рис. 3.2).

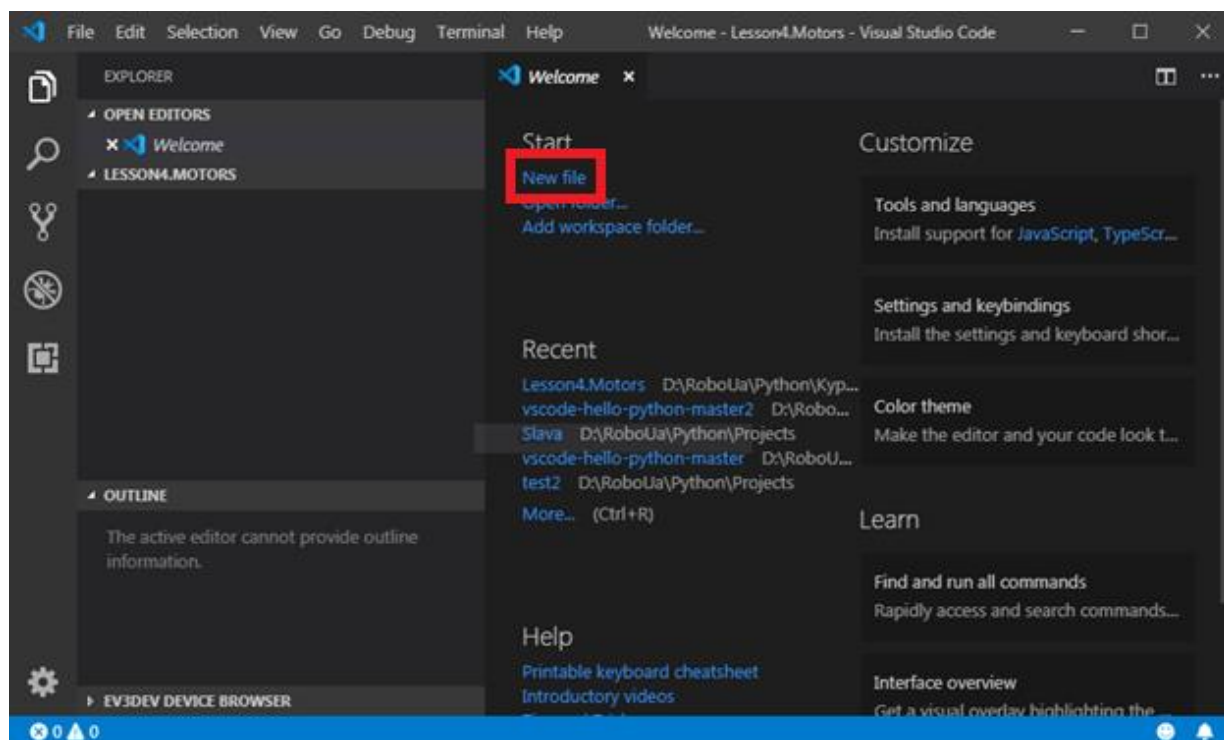


Рис. 3.2 – Створення нового файлу у VisualStudioCode, червона рамка виділяє відповідну команду

- 4) Дати назву файлу та зберегти його. Для назви файлу можна використовувати лише латинські літери, цифри та нижнє підкреслювання. Назва файла повинна закінчуватись на «.ру» - це формат файлів Python(рис. 3.3).
- 5) З офіційного сайту виробника робота [8] завантажити образ для SD картки для модуля робота та файл .vscode, після чого копіювати файл «.vscode» до папки проекту, який створено раніше.
- 6) Написати відповідну команду в першому рядку програми, щоб цим самим зробити файл виконавчим (рис. 3.4).
- 7) Вставити в слот для SD картки модуля робота SD картку з записаним програмним забезпеченням для виконання процесором робота програми, написаної на мові програмування Python.

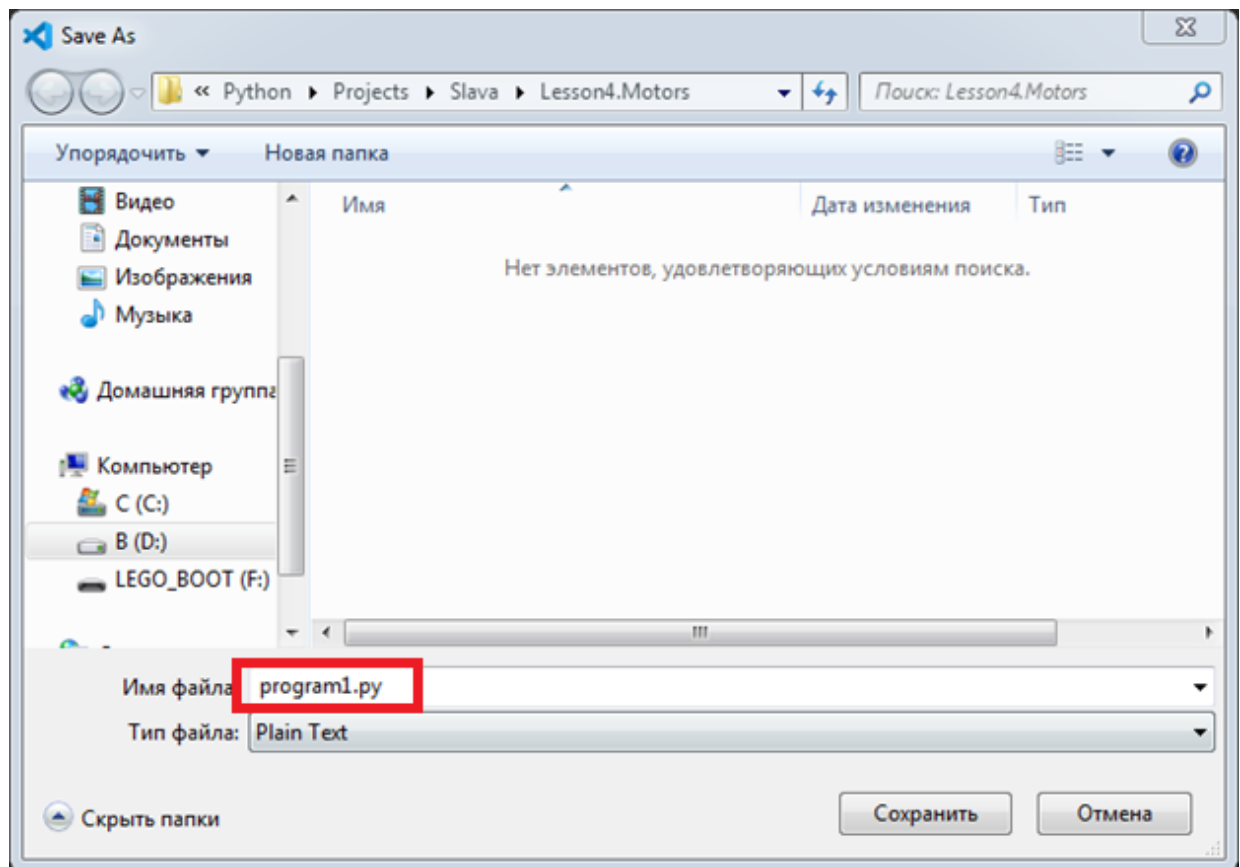


Рис. 3.3 – Зберігання файлу у VisualStudioCode, червона рамка виділяє назву файлу та формат мови програмування Python

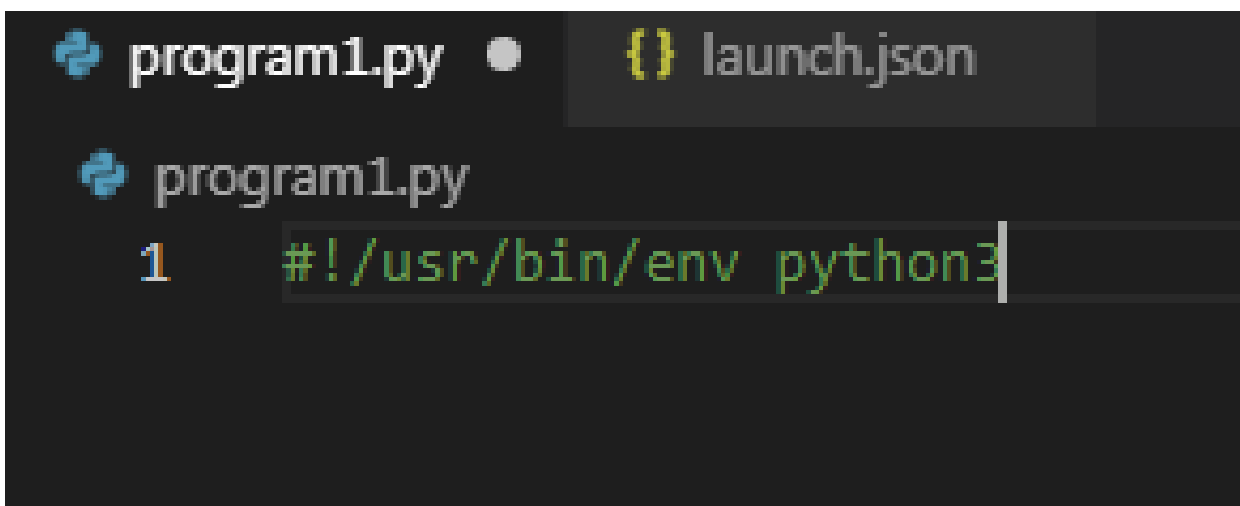


Рис. 3.4 – Написання команди, яка робить файл з програмою виконавчим на роботі у середовищі VisualStudioCode

3.2.Алгоритм програми для робота:

Алгоритм програми для вимірювання площі приміщення роботом повинен включати такі етапи:

1. Робот їде прямо, доки не доїде до стіни, зупинитися біля стіни на відстані 25 см.
2. Розвернутися паралельно стіні на місці так, щоб місцезнаходження центра робота не змінилося (один з способів: повернутися на 5 градусів ліворуч, проїхати вперед, поміряти відстань боковим датчиком відстані, повторити попередні дії до тих пір, доки при проїзді вперед дані бокового датчика відстані не будуть змінюватися, тобто робот має їхати паралельно стіні).
3. Робот їде прямо, доки не доїде до стіни, яка перпендикулярна тій, відносно якої він їхав паралельно. На відстані 25 см зупинитися біля стіни.
4. Розвернутися на місці під прямим кутом так, щоб місцезнаходження центра робота не змінилося.
5. Їхати прямо, записуючи покази датчиків відстані та обертів мотора, доки не доїдемо до нової стіни, яка перпендикулярна тій, відносно якої він їхав паралельно. На відстані 25 см зупинитися перед новою стіною.
6. Записати в список довжину першої стіни (довжина стіни розраховується по даним переднього датчика відстані та даним датчика обертів мотора, з урахуванням відстані від центра робота до переднього датчика)
7. Виконати пункти з 3 по 6. Паралельно з цим порівнювати виміряні довжини стін між собою, доки робот не проїде все приміщення (критерій визначення роботом проїзду всього приміщення описаний в пункті 8).
8. Робот зупиняється, якщо величини з списку вимірювань довжин стін почали повторюватися (довжина стіни 1 дорівнює довжині стіни N+1,

довжина стіни 2 дорівнює довжині стіни N+2 і т.д., тоді N – це кількість стін у приміщенні). Порівняння величин з масиву проводиться з урахуванням похибки вимірювань датчиків.

9. Порахувати площу приміщення та видати результат.

Доцільно написати окремі функції для пунктів 1, 2, 3,4, 5, 6 та викликати ці функції по мірі необхідності в основній програмі.

Критерієм закінчення програми буде співпадіння (рівність) хоча б чотирьох довжин стін підряд (так як приміщення може бути як мінімум з чотирма стінами) або більше. На практиці це буде означати, що довжини стін варто записувати у список та наступні значення довжин порівнювати з тими, що були виміряні попередньо.

3.3. Використані розширення та бібліотеки.

Для написання та завантажування коду на робота EV3 будемо використовувати Visual Studio Code.

Для того, щоб програму, написану на мовіPython, запустити на виконання на роботіLego Mindstorms EV3, потрібно у програмному середовищі Visual Studio Code встановити розширення «EV3DEVDEVICEBROWSER». Після чого необхідно приєднати модуль робота до комп'ютера та підключити його (рис.3.5).

Для виконання команд програми моторами,необхідно імпортувати потрібну бібліотеку для використання моторів. На мові Python це виглядає так:

```
#!/usr/bin/env python3
from ev3dev2.motor import * #Потрібно для роботи з моторами
```

При програмуванні роботів з 2 ведучими колесами зручно керувати одночасно 2 двигунами, що дозволяє значно спростити програму в порівнянні з керуванням окремо кожним двигуном. Функція MoveTank – це аналог до блоку «незалежне керування двигунами» в оригінальному середовищі програмування LEGOMindsorms. Цією функцією можна задавати швидкість кожного двигуна окремо, що дозволяє дуже точно керувати

					ІАЛП.466120.003 ПЗ	Лист
						43
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

рухомою платформою. Даний тип керування є аналогією до керування поколінням танків з важільною системою (наприклад, MarkV).

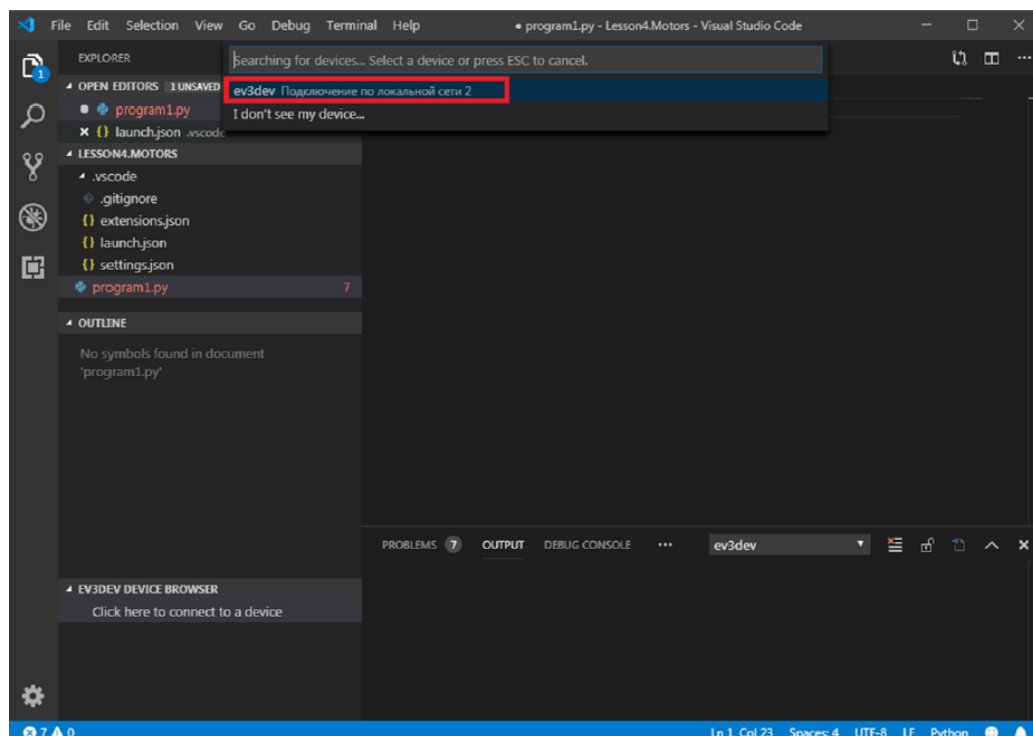


Рис.3.5 – Підключення модуля робота у середовищі Visual Studio Code.

Використання функції MoveTank у програмі, дозволяє використовувати такі важливі команди:

`from ev3dev2.motor import *` - завантаження бібліотеки для двигунів.

`tank_pair = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)` – оголошення об'єкту з вказуванням портів, до яких підключено двигуни

`tank_pair.on(steering, speed)` – увімкнути двигуни для руху з заданими параметрами

`tank_pair.on_for_rotations(left_speed, right_speed, rotations)` – увімкнути двигуни для руху з заданими параметрами на певну кількість обертів

`tank_pair.on_for_degrees(left_speed, right_speed, degrees)` – увімкнути двигуни для руху з заданими параметрами на певну кількість градусів

`tank_pair.on_for_seconds(left_speed, right_speed, seconds)` – увімкнути двигуни для руху з заданими параметрами на певну кількість секунд

					ІАЛП.466120.003 ПЗ	Лист
						44
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

tank_pair.off() - вимкнути двигуни.

left_speed – швидкість обертання лівого двигуна. Може бути задана в абсолютних величинах або у відсотках від максимальної швидкості.

right_speed – швидкість обертання правого двигуна. Може бути задана в абсолютних величинах або у відсотках від максимальної швидкості.

rotations – кількість обертів.

degrees – кількість градусів.

seconds – кількість секунд.

Команди для налаштування та оголошення моторів, підключених у порти B та C на модулі робота:

```
#!/usr/bin/envpython3
from ev3dev2.motor import *
tank_pair = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)
```

3.4. Обробка даних з датчиків.

Датчики, які будуть використовуватися в роботі:

- датчик ультразвуку (для вимірювання відстані),
- датчик кута поворота – гіроскоп (для точного поворота в кутках приміщення),
- датчик обертів мотора (для вимірювання відстані, паралельні вимірювання).

Основні команди, які потрібні при роботі з датчиком ультразвуку:

us = UltrasonicSensor(port) - оголошення датчику ультразвуку.

port: INPUT_1, INPUT_2, INPUT_3, INPUT_4

ultrasonic_sensor = UltrasonicSensor() - оголошення датчику ультразвуку.

ultrasonic_sensor.distance_centimeters – вимірювання відстані за допомогою датчику ультразвуку.

Команди для підключення бібліотек, а також оголошення та налаштування датчиків ультразвуку:

```
#!/usr/bin/env python3
from ev3dev2.sensor.lego import *
forward_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_1)
side_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_2)
```

Використання датчику кута повороту – гіроскопа:

from ev3dev2.sensor.lego import * - завантаження бібліотеки для датчиків.
gyro = GyroSensor() - оголошення гіроскопу. Порт визначається автоматично.
gyro.angle – кут повороту датчика відносно напрямку, в якому відбулося оголошення датчику або обнулення. Вимірюється в градусах.
gyro.rate - швидкість повороту датчика. Вимірюється в градусах на секунду.
gyro.angle_and_rate – кортеж з кута та швидкості повороту.
gyro.reset() – обнулення кута повороту.
gyro.wait_until_angle_changed_by(delta, direction_sensitive=False) – очікування поки кут повороту гіроскопу не зміниться на заданий кут delta.
direction_sensitive – необов'язковий аргумент, що відповідає за те, чи важливо в яку сторону повертається датчик.

При оголошенні гіроскопу робот повинен бути нерухомий. Інакше кут повороту буде постійно змінювати своє значення навіть при нерухомому положенні робота.

Команди для підключення бібліотек, а також оголошення та налаштування датчика гіроскопа:

```
#!/usr/bin/env python3
from ev3dev2.sensor.lego import *
gyro = GyroSensor()
```

Використання датчику обертів мотора.

Команди для підключення бібліотек, а також оголошення та налаштування датчика обертів мотора:

```
#!/usr/bin/envpython3
from ev3dev2.sensor.lego import *
from ev3dev2.motor import *
tank_pair = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)
```

3.5. Спосіб розрахунку площі

Спосіб розрахунку площі повинен задовольняти наступним вимогам:

- при повторному проїзді роботом того ж приміщення площа, отримана як результат виконання програми та розрахунків, повинна бути однаковою (в межах похибок),
- розрахована площа не повинна залежати від місця, з якого починає їхати робот,
- вимірювання площі не повинно займати багато часу.

Якщо приміщення є прямокутним чотирикутником (рис. 3.6), то для вимірювання площі такого приміщення роботу потрібно виміряти довжини одної стіни та іншої, перпендикулярної до неї, стін, та порахувати їх добуток.

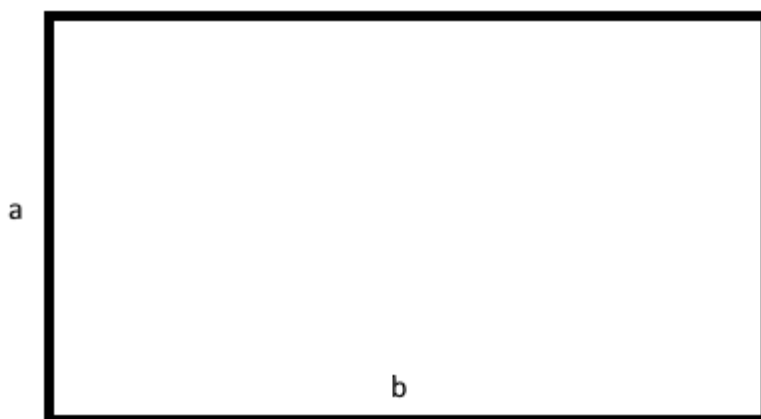


Рис. 3.6 – Схематичне зображення приміщення здовжинами стін a та b

В реальності приміщення можуть мати форму будь-якої складності, тобто стіни приміщення утворюватимуть багатокутник, замкнену фігуру з прямими кутами(наприклад, рис. 3.7).

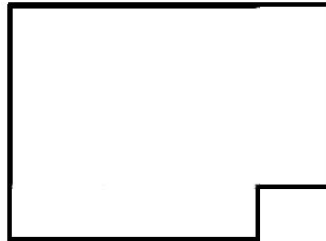


Рис. 3.7 – Схематичне зображення приміщення з 6 стінами різної довжини

В процесі вимірювань площі всього приміщення робот повинен спочатку порахувати площі окремих прямокутників (умовних частин приміщення), після чого порахувати їх суму. Якщо позначити довжини стін літерами, як це показано на рис. 3.8, то очевидно, що для розрахунку площі S всього приміщення з рис.3.7, необхідно розраховувати спочатку площу умовних частин приміщення (на рис 3.8 вони позначені штрихпунктирними лініями), а потім розрахувати їх суму:

$$S = a \cdot c + b \cdot e + g \cdot h, \quad (3.1)$$

де S – площа всього приміщення,

a, c, b, e, g, h – позначення довжин стін (див. рис. 3.7).

Враховуючи, що робот може поміряти лише стіни приміщення, то, вважаючи, що всі стіни приміщення прямі, і кути між стінами становлять 90° , то формула (3.1) еквівалентне наступній формулі:

$$S = e \cdot f + e \cdot j + i \cdot j \quad (3.2)$$

де S – площа всього приміщення,

e, f, j, i – позначення довжин стін (див. рис. 3.8).

Такий підхід дозволяє виміряти площу будь якого приміщення з будь-якою скінченною кількістю прямих стін та прямими кутами між стінами, шляхом додавання площ окремих умовних частин цього приміщення (наприклад, див. рис. 3.9).

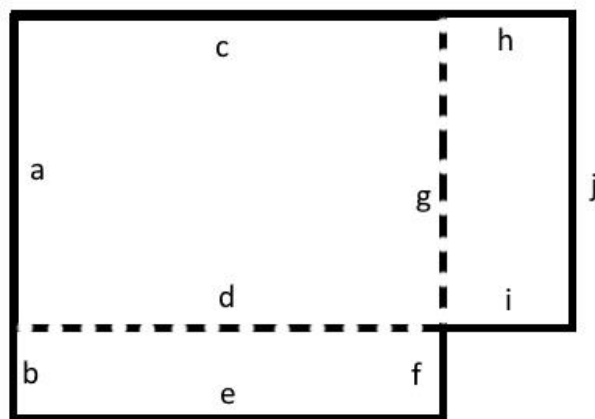


Рис. 3.8 – Схематичне зображення приміщення з стінами різної довжини з позначеними довжинами стін

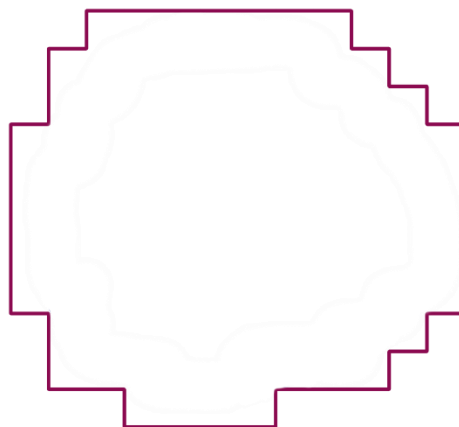


Рис. 3.9 – Схематичне зображення приміщення складної форми

3.6. Програма для робота та її тестування

Для тестування робота потрібно поставити робота в будь яку частину приміщення, включити робота та запустити програму на модулі. При цьому запуск програми може займати до 1 хв часу.

До приміщення, в якому буде проводитися вимірювання площі, висуваються наступні вимоги:

- на підлозі не повинно бути предметів, які можуть перешкоджати роботі рухатися(усі будівельні роботи повинні бути завершені);

- температура в приміщенні повинна складати вище за 20°C (це зумовлено тим, що механічні властивості гуми, з якої зроблені шини коліс робота при 20°C уже можуть не відповідати заявленим характеристикам виробника);

- в приміщенні можуть бути встановлені меблі, однак їх присутність біля стіни (ближче ніж на 0,5 м) може призвести до того, що робот виміряє та надалі розпізнає меблі як частину стіни, що спотворить реальну площу приміщення;

- якщо зі стелі звисають певні предмети, вони не повинні потрапляти в зону дії датчиків відстані (для коректної роботи необхідно прибрати всі висячі предмети мінімум на відстань 0,5 м від підлоги);

- двері приміщення під час проведення вимірювань роботом повинні бути зачинені, щоб робот міг правильно виміряти площу;

- вікна або інші отвори, якщо вони знаходяться нижче ніж на висоті 0,5 м від підлоги, при проведенні вимірювань повинні бути зачинені (отвори можна закрити картоном), у іншому разі ці відкриті вікна чи отвори можуть потрапити в зону дії датчиків та зумовити неправильне вимірювання площі приміщення.

Програма для проїзду робота прямо та зупинки перед стіною, яка є найближчою до робота у напрямку прямо перед ним на відстані 25 см:

```
#!/usr/bin/env python3
```

```
from ev3dev2.motor import *
```

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						50
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

from ev3dev2.sound import *
from ev3dev2.sensor.lego import *
from time import sleep
import car

tank_pair = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)
forward_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_1)
side_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_2)
gyro = GyroSensor()
sound = Sound()
gyro.reset()
my_car = car.car(OUTPUT_C, OUTPUT_B, 40, 56)
while (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
    tank_pair.on(20,50)
if (forward_u_s.distance_centimeters = 25):
    print ("I found a wall")
    break
    elif (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
        tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    tank_pair.off
    else:
        tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
        tank_pair.off

```

Функція для здійснення повороту перед стіною і запису повороту в список:

```

list_turn_write = [0]
def turn_write:
    list_turn_write.append(u_s_forward.distance_centimeters )
while (forward_u_s.distance_centimeters > 25 and
forward_u_s.distance_centimeters < 35) :

```

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						51
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		


```

        tank_pair. on_for_rotations(-20,20,0.1)
print ("Turn")
while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
break
if (side_u_s.distance_centimeters = 25):
    tank_pair. off
break

```

**Функція для проїзду прямо, зупинки перед стіною та поворотом
робота паралельно стіні:**

```

from ev3dev2.motor import *
from ev3dev2.sound import *
from ev3dev2.sensor.lego import *
from time import sleep
tank_pair = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)
forward_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_1)
side_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_2)
gyro = GyroSensor()
sound = Sound()
gyro.reset()
def move_forward:
    while (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
        tank_pair. on_for_rotations (20,20,0.1)
        length_wall = length_wall + 0.1
        if (forward_u_s.distance_centimeters = 25):
            print ("I found a wall")
            gyro.reset()
            print ("Turn")
            while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):

```

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						52
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
break
elif (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
tank_pair.off
else:
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    tank_pair.off

```

```

list_turn90 = [0]
def turn90:
1     list_turn90.append(u_s_forward.distance_centimeters )
while (forward_u_s.distance_centimeters > 25 and
forward_u_s.distance_centimeters < 35):
    print ("Turn")
    while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
        tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
        break

```

Функція для запису довжини стіни в пам'ять, як елемента списку:

```

list_dimension_u_s_forward = [5]
def dimension():
list_ dimension_u_s_forward.append(length_wall +25+25+5)

```

Функція для перевірки проїзду і зупинки:

```

from ev3dev2.motor import *
from ev3dev2.sound import *
from ev3dev2.sensor.lego import *
from time import sleep
tank_pair = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)

```

```

forward_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_1)
side_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_2)
gyro = GyroSensor()
sound = Sound()

gyro.reset()
def move_forward:
while (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
    tank_pair. on_for_rotations (20,20,0.1)
    length_wall = length_wall + 0.1
    if (forward_u_s.distance_centimeters = 25):
print ("I found a wall")
gyro.reset()
print ("Turn")
while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    break
    elif (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
        tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
tank_pair.off()
else:
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    tank_pair.off()

list_turn90 = []
def turn90:
    list_turn90.append(u_s_forward.distance_centimeters )
while (forward_u_s.distance_centimeters > 25 and
forward_u_s.distance_centimeters < 35):
    print ("Turn")

```

```

while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
    tank_pair.on_for_rotations(-50,50,0.1)
    break
list_dimension_u_s_forward = [5]
def dimension():
    list_dimension_u_s_forward.append(length_wall +25+25+5)
dimension()
while True:
    if (list_dimension_u_s_forward [i] = 25):
        print ("I found a wall")
        gyro.reset()
        print ("Turn")
while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
    tank_pair.on_for_rotations(-50,50,0.1)
    break
elif (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
    tank_pair.on_for_rotations(-50,50,0.1)
    tank_pair.off()

```

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

В ході написання даного розділу було визначено алгоритм програми та описано основні функції для реалізації алгоритму на мові програмування Пайтон.

Запропоновано підхід, який дозволяє виміряти площу приміщення через вимірювання площ умовних частин приміщення, що може виконати робот.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						56
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Розроблено конструкцію робота та програма для нього на мові Пайтон, яке дозволяє вимірювати площу приміщень.

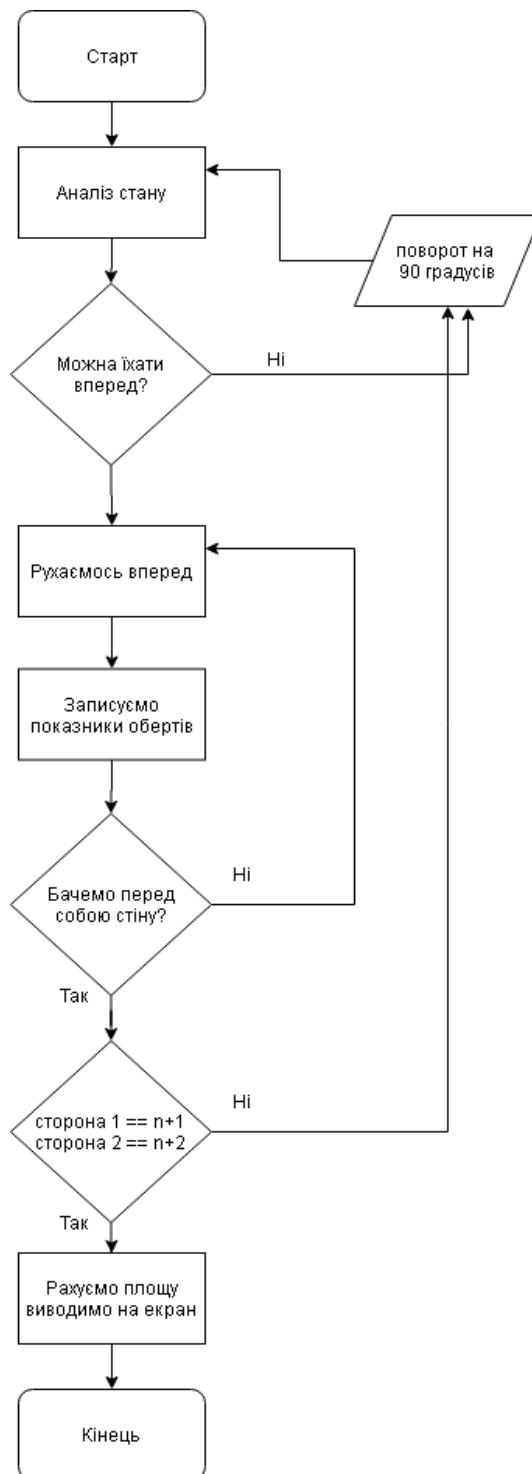
Робот може шукати стіни у приміщенні та вимірювати їх довжину, проїжджаючи біля стін, фіксувати місцезнаходження кутів у приміщенні та розраховувати на основі вимірювань площу приміщення. До приміщення, де буде вимірюватися площа, висуваються такі вимоги: воно повинно мати рівні стіни та прямі кути між стінами. На основі зроблених вимірювань програма проводить усі необхідні розрахунки для вимірювання площі приміщення, враховуючи похибки вимірювань та округлень при обчисленнях. Після закінчення вимірювань робот сигналізує звуком та інформує користувача надписом на екрані про закінчення обчислень, а також вимовляє (звуковим способом) виміряну площу приміщення та виводить її на екран.

					ІАЛЦ.466120.003 ПЗ	Лист
						57
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

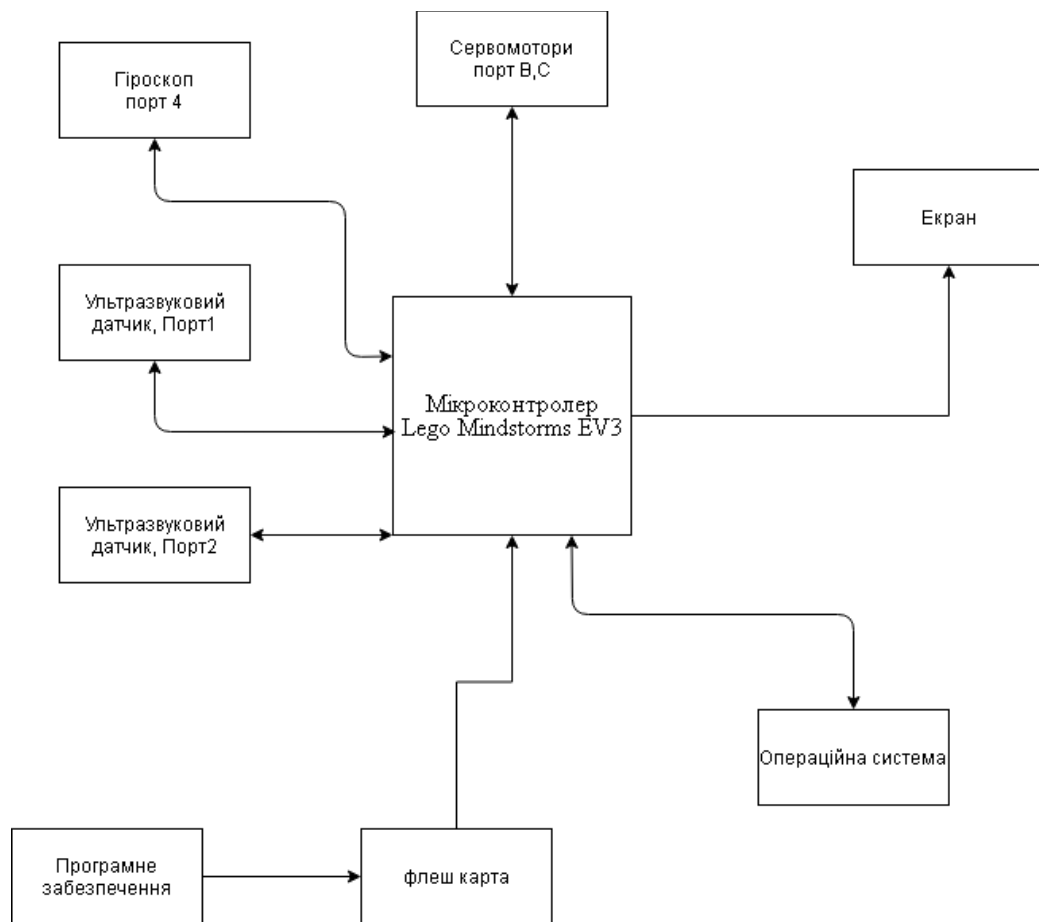
ЛІТЕРАТУРА

1. Онлайн-ресурс. Режим доступу: <https://slovar.cc/enc/bse/2036654.html>
2. Енциклопедія кібернетики / Відпов. ред. Глушков В.М. – Т.2 (М-Я). – К.: Головна редакція української радянської енциклопедії, 1973. – 576 с.
3. Онлайн-ресурс. Режим доступу: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/569027>
4. Онлайн-ресурс. Режим доступу: <https://lazor-lab.com.ua/p944163703-izmeritel-ploschadi-polya.html>
5. Онлайн-ресурс. Режим доступу: <https://www.magicplan.app/en/measurements/>
6. Papert, Seymour. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books, Inc., 1980. – 361 p.
7. Онлайн-ресурс. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
8. Онлайн-ресурс. Режим доступу: <https://education.lego.com/ru-ru/support/mindstorms-ev3/python-for-ev3>
9. Основи програмування. Python. Частина 1 [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 122 "Комп'ютерні науки", спеціалізації "Інформаційні технології в біології та медицині" / А. В. Яковенко ; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,59 Мбайт). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 195 с.
10. ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ PYTHON. Васильєв О. М. «Навчальна книга — Богдан». 2018. – 195 с.

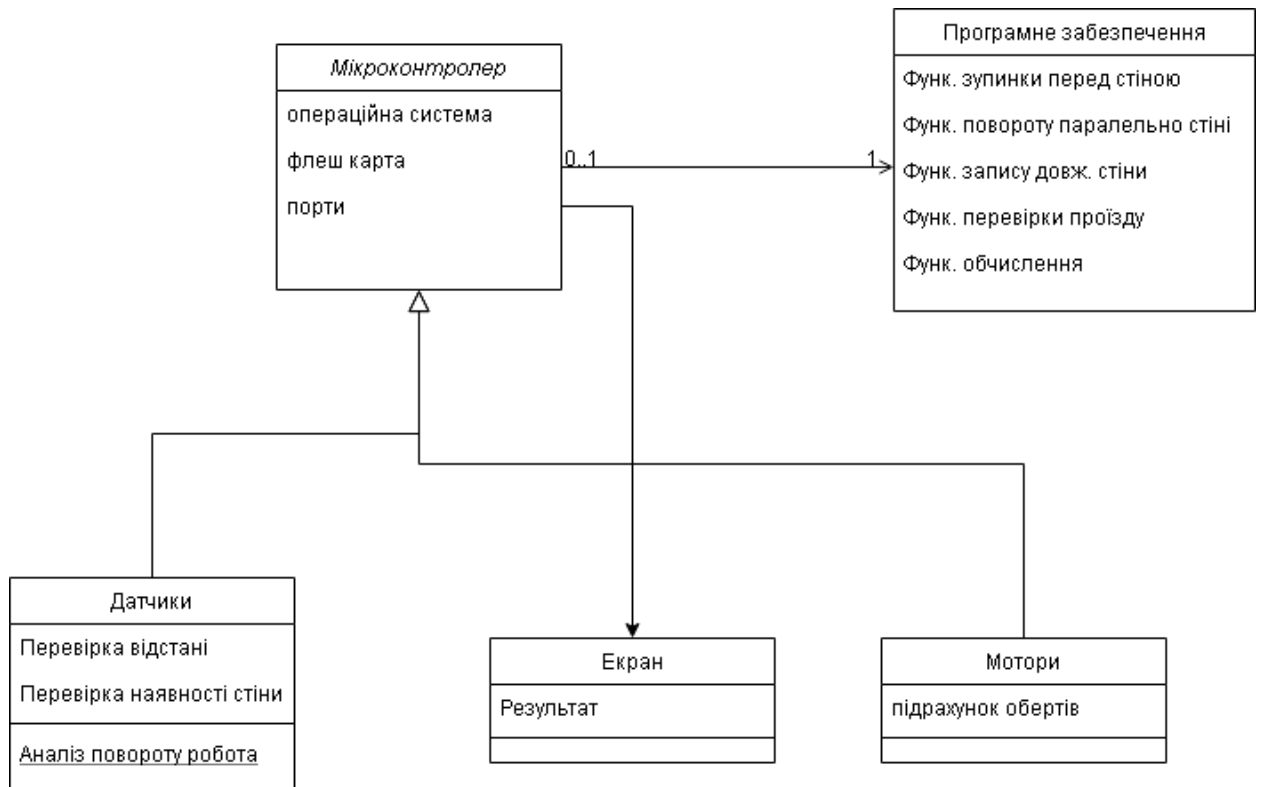
Додатки



					ІАЛЦ.466120.004 Д1			
Вим.	Ліст	№ докум.	Підпись	Дата	Вимірювання площі приміщень за допомогою робота. Додаток А.			
Розроб.	Герко О.В.							
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.	Сімоненко В.П.							
Затвердив					Літ. Лист Листів 1 1 НТУУ «КПІ», ФІОТ, ІО-361			



					ІАЛЦ.466120.004 Д2				
Вим.	Ліст	№ докум.	Підпись	Дата	Вимірювання площі приміщень за допомогою робота. Додаток Б	Літ.	Лист	Листів	
Розроб.	Герко О.В.								
Перевір.							1	1	
Реценз.						НТУУ «КПІ», ФІОТ, ІО-361			
Н. Контр.	Сімоненко В.П.								
Затвердив									



					ІАЛЦ.466120.004 ДЗ			
Вим.	Ліст	№ докум.	Підпись	Дата				
Розроб.	Герко О.В.				Вимірювання площі приміщень за допомогою робота. Додаток В	Літ.	Лист	Листів
Перевір.							1	1
Реценз.						НТУУ «КПІ», ФІОТ, ІО-361		
Н. Контр.	Сімоненко В.П.							
Затвердив								

Лістинг програми:

```
#!/usr/bin/env python3

from ev3dev2.motor import *
from ev3dev2.sound import *
from ev3dev2.sensor.lego import *
from time import sleep

tank_pair = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)
forward_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_1)
side_u_s = UltrasonicSensor(INPUT_2)
gyro = GyroSensor()
sound = Sound()

while True:
    gyro.reset()
    def move_forward:

        while (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
            tank_pair.on_for_rotations (20,20,0.1)
            length_wall = length_wall + 0.1
        if (forward_u_s.distance_centimeters = 25):
            print ("I found a wall")
            gyro.reset()
            print ("Turn")
```

					ІАЛЦ.466120.004 Д4			
Вим.	Ліст	№ докум.	Підпись	Дата	Вимірювання площі приміщень за допомогою робота. Додаток Г	Літ.	Лист	Листів
Розроб.	Герко О.В.						1	4
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.	Сімоненко В.П.					НТУУ «КПІ», ФІОТ, ІО-361		
Затвердив								

```

while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    break

    elif (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
        tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    tank_pair.off

    else:
        tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
        tank_pair.off
list_turn90 = []
def turn90:
list_turn90.append(u_s_forward.distance_centimeters)

while (forward_u_s.distance_centimeters > 25 and
forward_u_s.distance_centimeters < 35):
print ("Turn")

while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    break
list_dimension_u_s_forward = [5]
def dimension():
list_dimension_u_s_forward.append(length_wall +25+25+5)
dimension ()

while True:
    if (forward_u_s.distance_centimeters = 25):

```

					ІАЛІЦ.466120.004 Д1	Лист
						2
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

print ("I found a wall")
gyro.reset()
print ("Turn")
while gyro.wait_until_angle_changed_by(90):
    tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
    break

    elif (forward_u_s.distance_centimeters > 25):
        tank_pair. on_for_rotations(-50,50,0.1)
            tank_pair.off

for i in range (0, len(list_ dimension_u_s_forward), 1):
    if (len(list_ dimension_u_s_forward)>3) :
        if (len(list_ dimension_u_s_forward)<5) :
            if list_ dimension_u_s_forward[i] > (list_ dimension_u_s_forward [i+2]-2) and
list_ dimension_u_s_forward[i+1] < (list_ dimension_u_s_forward [i+3]+2):
                if list_ dimension_u_s_forward[i+2] > (list_ dimension_u_s_forward [i+3]-2)
and list_ dimension_u_s_forward[i+2] < (list_ dimension_u_s_forward [i+3]+2):
                    S = list_ dimension_u_s_forward[i]* list_ dimension_u_s_forward[i+1]
                    print ("Площа приміщення дорівнює", S)
                    tank_pair.off
            sleep (30)
        break

        if (len(list_ dimension_u_s_forward) <7) :
            if list_ dimension_u_s_forward[i] + list_ dimension_u_s_forward[i+1] > (list_
dimension_u_s_forward [i+2]-3) and list_ dimension_u_s_forward[i] +list_
dimension_u_s_forward[i+1] < (list_ dimension_u_s_forward [i+2]+3):

```

```

    if list_dimension_u_s_forward[i+3] + list_dimension_u_s_forward[i+4] >
(list_dimension_u_s_forward [i+5]-3) and list_dimension_u_s_forward[i+3]
+list_dimension_u_s_forward[i+4] < (list_dimension_u_s_forward [i+5]+3):
        if list_dimension_u_s_forward[i+3] > (list_dimension_u_s_forward [i+1]-
2) and list_dimension_u_s_forward[i] < (list_dimension_u_s_forward [i+1]+2):
            if list_dimension_u_s_forward[i+2] > (list_dimension_u_s_forward [i+3]-2)
and list_dimension_u_s_forward[i+2] < (list_dimension_u_s_forward [i+3]+2):
                if list_dimension_u_s_forward[i+2] list_dimension_u_s_forward[i+4] <
(list_dimension_u_s_forward [i+2]+2) and list_dimension_u_s_forward[i+5] <
(list_dimension_u_s_forward [i+1]+2):
S = list_dimension_u_s_forward[i]* list_dimension_u_s_forward[i +3] +
list_dimension_u_s_forward[i+3] * list_dimension_u_s_forward[i+4] +
list_dimension_u_s_forward[i] * list_dimension_u_s_forward[i+5]
print ("Площа приміщення дорівнює", S)
    tank_pair.off
sleep (30)
break

```